

INVESTIGASI NUMERIK KEKUATAN STRUKTUR *CHECK VALVE ½" 9K Psi* MENGUNAKAN *FINITE ELEMENT SOFTWARE*

Budi Setiyana* dan A Johan Kurniawan

Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH Kampus Tembalang, Semarang

*Email: bsetiyana@yahoo.com

Abstrak

Check Valve adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengatur cairan hanya mengalir ke satu arah saja dan mencegah aliran ke arah sebaliknya (*backflow*). *Check valve* tidak menggunakan tuas untuk mengatur aliran (membuka dan menutup), tapi menggunakan pegas dan tekanan dari aliran itu sendiri. Karena fungsinya yang dapat mencegah aliran balik (*backflow*), *check valve* sering digunakan sebagai pengaman dalam sistem perpipaan baik untuk fluida cair maupun gas. Karena fungsinya yang sangat penting, komponen *check valve* sering menjadi bagian kritis dalam sistem perpipaan. Berkaitan dengan bentuk strukturnya yang sulit dianalisis secara teoritik, analisis kekuatan *check valve* harus dilakukan secara numerik dengan software *Metoda Elemen Hingga*. Tulisan ini menganalisis kekuatan komponen *check valve* diameter 0.5 inchi dengan tekanan internal 9000 psi dengan menggunakan software aplikasi berbasis *Metoda Elemen Hingga* berupa *ANSYS*. Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur *check valve* cukup kuat baik dari sisi deformasi, tegangan maupun faktor keamanannya.

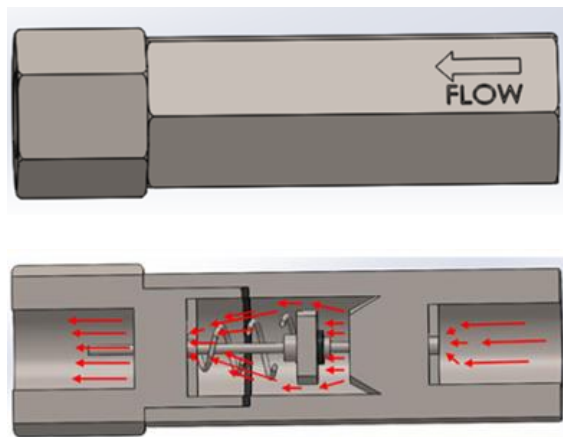
Kata kunci: *ANSYS, backflo, Check Valve.*

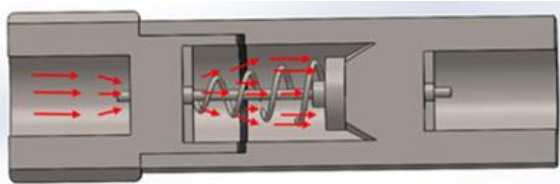
PENDAHULUAN

Valve atau katup adalah sebuah perangkat yang terpasang pada sistem perpipaan, yang berfungsi untuk mengatur, mengontrol dan mengarahkan laju aliran fluida dengan cara membuka, menutup atau menutup sebagian aliran fluida. Katup/*valve* memiliki peran penting dalam suatu industri seperti industri migas yang meliputi pengaliran kedalam kolom destilasi.

Check valve adalah alat yang digunakan untuk membuat aliran fluida hanya mengalir ke satu arah saja atau agar tidak terjadi *reversed flow/back flow* untuk mengalirkan fluida hanya ke satu arah dan mencegah aliran ke arah sebaliknya yang tidak menggunakan handel untuk mengatur aliran, tapi menggunakan system pegas dan tekanan dari aliran fluida itu sendiri. Karena fungsinya yang dapat mencegah aliran balik (*backflow*) *check valve* sering digunakan sebagai pengaman dari sebuah *equipment* dalam sistem perpipaan baik untuk fluida cair maupun gas. Kegagalan fungsi dari katup ini akan mengganggu proses produksi yang berkaitan dengan aliran fluida, bahkan bisa menimbulkan kecelakaan kerja. Sehingga dalam system perpipaan, *check valve* termasuk komponen perpipaan yang kritis. Aplikasi *valve* jenis ini banyak dijumpai pada *outlet/discharge* dari *centrifugal pump* dan *compressor*.

Cara kerja atau mekanisme aliran pada *check valve* diberikan pada gambar 1 dengan diberikan tiga buah gambar. Ketika laju aliran fluida sesuai dengan arahnya, yaitu ke arah kiri (gambar yang atas), laju aliran tersebut akan membuat *plug* atau *disk* terbuka karena pegas katup akan meregang akibat dorongan aliran fluida seperti yang terlihat pada gambar tengah. Sebaliknya jika ada tekanan balik yang datang dari arah berlawanan (ke arah kanan), maka *plug* atau *disk* tersebut akan menutup lubang sehingga tidak ada aliran balik, seperti terlihat digambar paling bawah.





Gambar 1. Mekanisme kerja pada Check Valve saat menerima aliran fluida

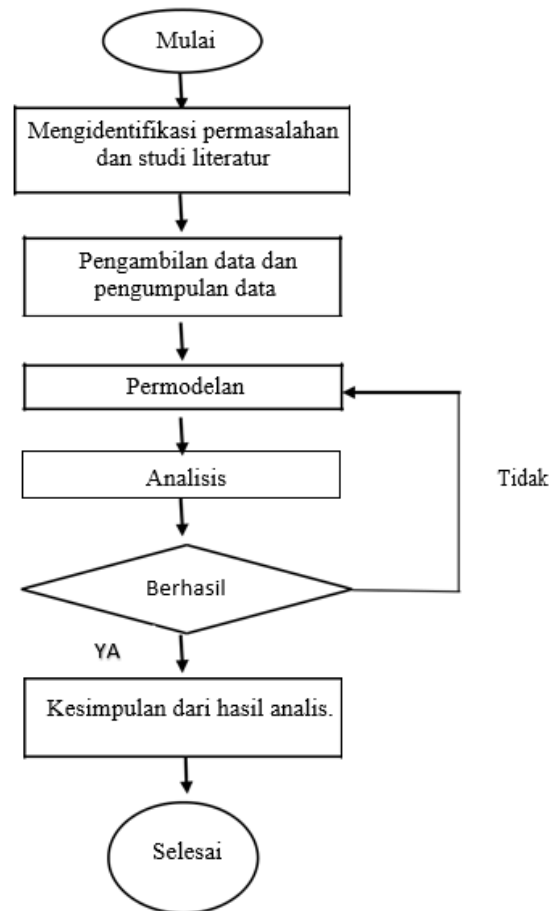
Mekanisme retak/patahan pada *check valve* adalah hal yang sangat berbahaya. Dalam memperkirakan kerusakan pada level tekanan tertentu, awal kerusakan yang berupa kerusakan yang kritis terlihat dari perubahan karakteristik material dan komponen *check valve*. Umumnya eksplorasi yang lengkap dari mekanisme retak/patahan komponen *check valve* pada praktiknya dideteksi dengan pengujian atau test tanpa merusak (*Non Destructive Test/ NDT*).

Dengan menggunakan analisis numerik dengan *software* Metoda Elemen Hingga, maka akan diketahui kemampuan struktur *check valve* dalam menahan beban yang diterima. Setelah didapati peta hasil dalam analisis, tahapan akhir adalah menarik kesimpulan dari analisis yang telah dilakukan, yang akan menjawab persoalan dari kasus ini, apakah keretakan yang terjadi pada komponen *check valve* itu karena lemahnya kekuatan struktur *valve* tersebut.

Dengan mengacu pada latar belakang di atas tulisan ini menganalisis kekuatan struktur pada *Check Valve* dengan diameter 1/2" untuk tekanan kerja 9000 Psi yang biasa dipakai dalam system perpipaan. *Valve* ini sering dinyatakan dalam bentuk *Check Valve 0.5" 9K*. Analisis dilakukan dengan menggunakan *software* ANSYS. Topik ini diambil berdasarkan data di katalog ataupun kasus di lapangan yang mana *valve* tipe ini sangat banyak digunakan.

METODE PENELITIAN

Metode atau prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini diberikan pada Gambar 2. Mulai dari identifikasi penggunaan *check valve* di literatur maupun di lapangan, jenis material *valve*, pemodelan yang dipilih, analisis hingga observasi hasil analisis. Analisis dikatakan berhasil jika proses simulasi numerik bersifat konvergen dan memberikan hasil yang wajar dan logis.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

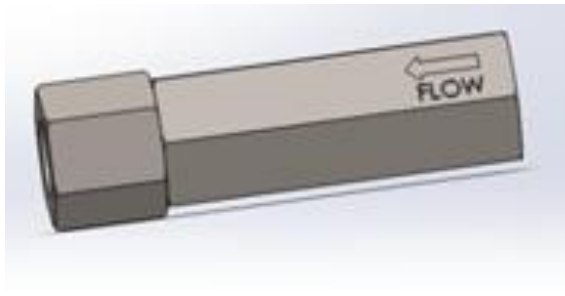
Low Alloy Steel atau Baja AISI 4130 merupakan baja paduan rendah yang mengandung *kromium* dan *molybdenum*. Material ini merupakan bahan baku utama untuk struktur *check valve*. Baja ini memiliki sifat ulet atau daktil serta mempunyai faktor temperatur yang tinggi sehingga banyak digunakan dalam industri. Ini memiliki kandungan karbon rendah, dan karenanya dapat dilas dengan mudah. Sifat mekanik material ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat mekanik Alloy Steel AISI 4130

Alloy Steel AISI 4130	
Yield Strength	75.000 Psi
Ultimate Tensile Strength	106.023 Psi
Modulus of Elasticity	30.000.000 Psi
Density	7.850 kg/m3

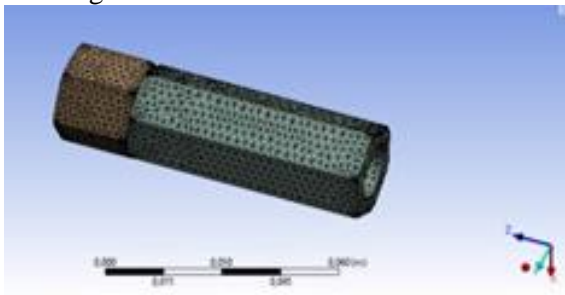
Pembuatan gambar untuk *Check Valve* menggunakan SOLIDWORKS yang biasa digunakan untuk merancang part permesinan atau susunan part permesinan yang berupa assembling dengan tampilan 3D. Gambar atau

model dari check valve diberikan pada gambar 3.

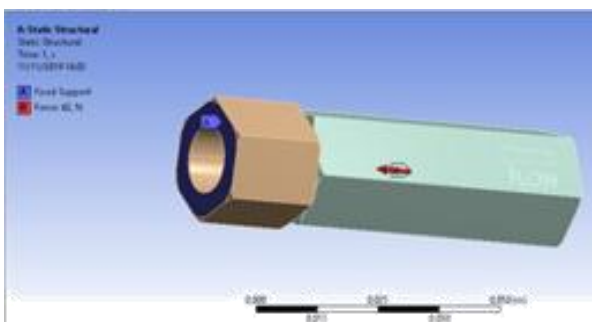


Gambar 3. Pemodelan Check Valve

Analisis kekuatan struktur *check valve* menggunakan software ANSYS yang merupakan software berbasis *finite element analysis* (FEA). Untuk analisis disini, digunakan versi ANSYS 18.1. Adapun simulasi numerik menggunakan ANSYS untuk *check valve* ini diberikan pada Gambar 4, yaitu ketika struktur dilakukan proses diskritisasi dan meshing.



Gambar 4. Meshing struktur check valve



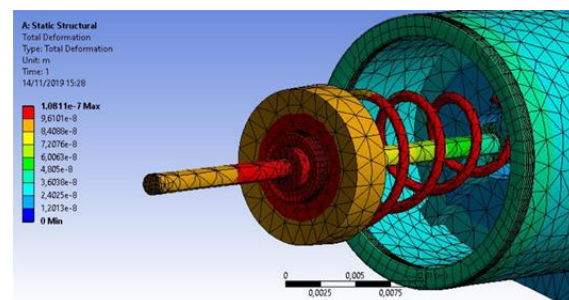
Gambar 5. Parameter pembebanan

Perlakuan pembebanan diasumsikan ketika *Check valve* mendapatkan *internal pressure* sebesar 9000 Psi seperti pada gambar 5. Bagian ujung kiri sebagai tumpuan atau referensi, dan ekivalen mendapat gaya 620 N arah sumbu valve yaitu arah sumbu z.

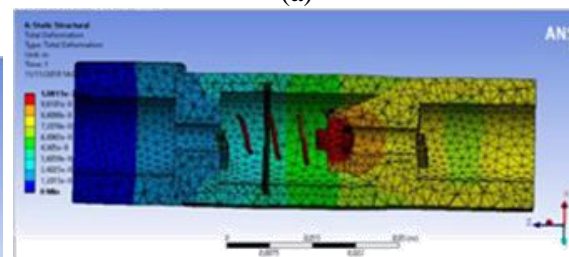
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapat dari analisis adalah deformasi struktur, tegangan von Mises dan angka keamanan dari masing-masing bagian dari struktur. Deformasi berkaitan dengan tingkat regangan sedangkan tegangan berkaitan dengan ketahanan terhadap gagal patah atau retak.

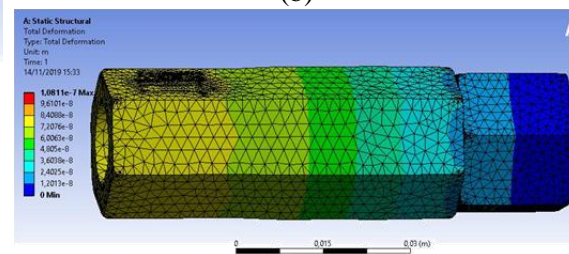
Gambar 6 menunjukkan besar deformasi struktur, baik bagian dalam valve maupun bagian luarnya. Dari hasil simulasi dapat dilihat jika *deformation* yang terjadi pada *Check Valve* yang ditunjukkan dengan warna yang berbeda beda. Warna biru atau ungu menunjukkan deformasi yang rendah dan warna merah atau orange menunjukkan deformasi yang besar. Pada internal *check valve* terlihat ada beberapa bagian yang menunjukan warna merah atau terdeformasi maksimum. Sedangkan pada body *check valve* terlihat deformasinya angka maksimal nya pada angka 9×10^{-8} mm. Perlu dicatat bahwa deformasi diukur dari poisis tumpuan.



(a)



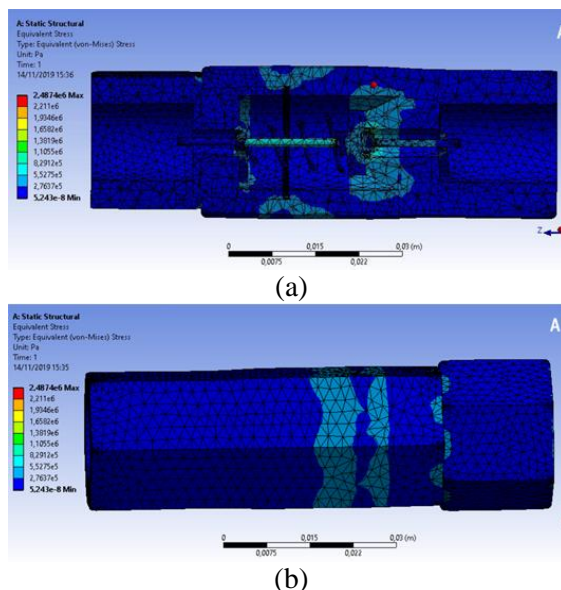
(b)



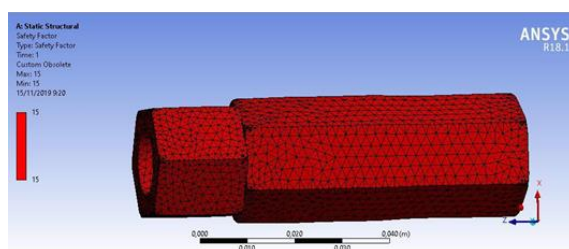
(c)

Gambar 6. Deformasi (a) komponen dalam (b) bagian dinding dalam dan (c) dinding luar

Tegangan yang terjadi pada struktur valve diberikan pada gambar 7. Gambar (a) menampilkan distribusi tegangan bagian dalam valve, sedang gambar (b) menunjukkan tegangan bagian luar valve. Secara umum terlihat bahwa distribusi tegangan relatif merata. Hal ini menunjukkan bahwa dimensi struktur sudah cukup bagus untuk menerima beban berupa tekanan dari fluida didalamnya. Tegangan yang terjadi pada *Check Valve* dapat dilihat berwarna biru muda dan ditunjukkan pada angka $1,1 \times 10^6$ Pa. Teori tegangan yang dipakai adalah tegangan von Mises yang umum dipakai untuk logam baja yang elastis.



Gambar 7. Von Mises Stress (a) bagian dalam dan (b) bagian luar valve



Gambar 8. Safety Factor

Pada simulasi ANSYS, *Safety Factor* dapat dilihat pada gambar 8 yaitu sebesar 15, yang menjelaskan bahwa desain *check valve* ini masih aman untuk digunakan karena syarat dari *safety factor* yaitu diatas 1. Dari sini terlihat bahwa hasil analisis kekuatan struktur memberikan hasil yang sangat aman, sehingga keretakan material yang terjadi mungkin karena adanya kecacatan material, keausan akibat

lamanya pemakaian atau efek kimiawi akibat fluida yang mengalir.

Dari hasil analisis diatas didapat bahwa deformasi maksimal yang diterima oleh *body Check Valve* adalah sebesar 9×10^{-8} mm dan mempunyai nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian lain yang membahas tentang analisis *gate valve* ataupun *ball valve*. Adapun *von Mises Stress* yang terjadi pada *Check Valve* dapat dilihat berwarna biru muda dan ditunjukkan pada angka $1,1 \times 10^6$ Pa dan juga lebih tinggi dibandingkan dengan *gate valve* dan *ball valve*. Pada analisis *Safety Factor* atau factor keamanan, di dapatkan pada angka 15 yang berarti sangat aman dan desain *check valve* ini layak untuk di pakai dari sisi kekuatan struktur.

PENUTUP

Kesimpulan dari analisis kekuatan struktur pada *check valve 1/2" 9K* adalah sebagai berikut:

1. Deformasi maksimal yang diterima oleh *body Check Valve* adalah sebesar 9×10^{-8} mm.
2. Tegangan berupa *von Mises Stress* yang terjadi pada *Check Valve* dapat dilihat berwarna biru muda dan ditunjukkan pada angka $1,1 \times 10^6$ Pa.
3. Pada Analisis *Safety Factor* di dapatkan pada angka 15 yang berarti masih aman dan desain *check valve* ini layak untuk di pakai dari sisi kekatan struktur.

DAFTAR PUSTAKA

- Segerlind, Larry J., 1984, *Applied Finite Element Analysis*, edisi Kedua, Canada: John Wiley and Sons Inc.
- Smallman, Raymond E. and R.L. Bishop, 1999, *Modern physical metallurgy and materials engineering*, Butterworth-Heinemann.
- Timoshenko, S., 1980, *Strength of Material*, Edisi Kedua. New York: D. Van Nostrad Company Inc.
- Rizky Arman, Yovial Mahyoedin, Kaidir, Nando Desilpa, 2019, *Studi aliran air pada Ball Valve menggunakan metoda simulasi Computational Fluid Dynamics*, Jurnal Kajian Teknik Mesin Vol.4 No. 1; P-ISSN: 2502-843X E - ISSN 24036-9671.
- Bisma Herlambang, Tri Mulyanto, 2020, *Analisis Kekuatan Gate Valve 2 9/16 3000 psi akibat tekanan fluida menggunakan Finite Element Analysis*

- SOLIDWORKS* 2018, Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics ISSN: 2527-6212, Vol. 5 No. 1, pp. 21-27, Pres Univ Press Publication, Indonesia.
- Meri Rahmi, Delffika Canra, Suliono, 2018, *Analisis Kekuatan Ball Valve akibat tekanan fluida menggunakan Finite Element Analysis*, Jurnal Teknologi Terapan | Volume 4, Nomor 2, p-ISSN 2477-3506 e-ISSN 2549-1938.
- G. Rethwisch, D., & Callister, W. D., 2007, *Material Science and Engineering: An Introduction* (8 ed.). New York: John willey & sons.
- Design and Selection of Check Valves
Val-Matic Valve & Mfg. Corp. •
www.valmatic.com •
valves@valmatic.com • PH:
630-941-7600 Copyright © 2018
Val-Matic Valve & Mfg. Corp.