

**MODIFIKASI CHECK VALVE UNTUK MENJAGA KEANDALAN PADA MESIN PLTG BERBAHAN BAKAR HSD**

**Sandy Yudhapraja, Sunari, Zainurrofik**  
**Unit Pelaksana Pengendalian Pembangkitan Bandar Lampung**  
**PT PLN NUSANTARA POWER**  
**Jalan raden gunawan II No. 4 Rajabasa – Bandar Lampung 35144**  
sandy Yudhapraja@gmail.com, ndaa.sule@gmail.com, zainurrofikr@gmail.com

**Abstract**

Gangguan Failure to Ignite pada PLTG Tarahan menjadi fokus utama untuk meningkatkan kinerja operasional PLN NUSANTARA POWER UPDK Bandar Lampung. Data dari periode 2016-2017 menunjukkan 37 kasus kegagalan Failure to Ignite, menyebabkan downtime dan kerugian finansial hingga Rp14.057.426.522,00. Modifikasi check valve pada PLTG Tarahan menjadi solusi utama, disesuaikan dengan analisis Root Cause Problem Solving yang mengidentifikasi flame detector failure, Pengapian busi Trouble, dan Flow BBM Problem. Modifikasi tersebut, melalui penghitungan menggunakan hukum Hooke, berhasil meningkatkan persentase keberhasilan start tanpa kegagalan. Secara finansial, modifikasi ini menurunkan Effective Forced Outage Rate (EFOR) dari 33,64% menjadi 20,94% dan meningkatkan Effective Availability Factor (EAF) dari 79,03% menjadi 97,37%, sementara biaya modifikasi relatif rendah. Potensi loss of opportunity akibat gangguan start failure sebelum modifikasi cukup tinggi. Manfaat non-finansial termasuk mengurangi risiko gagal start, meningkatkan citra perusahaan, dan menciptakan peluang pendapatan baru. Analisis risiko menunjukkan bahwa risiko terkait modifikasi check valve dapat dikelola melalui mitigasi yang tepat, seperti pengujian konstan dan pemilihan material yang tepat.

**Kata kunci:** Gangguan Failure to Ignite, PLTG Tarahan, modifikasi check valve, Effective Forced Outage Rate (EFOR), Effective Availability Factor (EAF).

**1. Pendahuluan**

PL Tanjung Karang merupakan salah satu pembangkit Diesel dan juga Gas yang berada di Provinsi Lampung, memiliki 2 sentral pembangkit yaitu sentral PLTD Teluk Betung dan Sentral PLTD/G Tarahan. Mesin pembangkit yang ada di PL Tanjung Karang ada berbagai type atau merk, diantaranya SWD, MAN, Sulzer dan PLTG Alstom Atlantique. Mesin pembangkit di PLTD/G Tarahan menggunakan bahan bakar Solar atau HSD. Unit PLTG yang ada di PLTD/G Tarahan memiliki type PG 5341 P dengan serial number T 214 merupakan PLTG dengan jenis Turbin Impulse dan daya terpasang sebesar 24.000 KWatt, namun daya mampu saat ini sebesar 15.000 KWatt.

PLTG merupakan pembangkit listrik yang mengkonversikan energi kinetik dari gas panas hasil pembakaran untuk menghasilkan putaran pada turbin gas sehingga dapat menggerakkan rotor generator dan menghasilkan energi listrik. Adapun komponen-komponen utama dari PLTG yaitu kompresor, ruang bakar, turbin gas dan generator.

Dalam pengoperasiannya PLTG mengalami beberapa kendala Start Failure atau gagal start yang salah satunya diakibatkan oleh tekanan bahan bakar yang menurun drastis dikarenakan filter tersumbat oleh kotoran bahan bakar, servo valve yang tidak cepat respon, dan tekanan pada keluaran check valve tidak mencapai titik nyala api sehingga tidak terjadinya pembakaran di ruang bakar.

Berdasarkan data Start Failure dengan indikasi alarm Failure to Ignite pada periode tahun 2016-2017, Pada entitas PLTG Tarahan yang ditangani PLN NUSANTARA POWER UPDK Bandar Lampung, terdapat total 37 kasus kegagalan Failure to Ignite. Data kegagalan Failure to Ignite dapat diamati pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Grafik Gangguan Failure to Ignite periode 2016-2017

Gangguan tersebut mengharuskan dilakukannya corrective maintenance, yang berdampak PLTG tidak dapat melakukan produksi listrik selama 240,28 jam dari total 37 kasus gangguan yang terjadi. Kegagalan tersebut mengakibatkan opportunity lost sebesar Rp14.057.426.522,00. Gangguan ini mengakibatkan terjadinya penurunan EAF dan kenaikan pada EFOR.

Fakta bahwa problem kegagalan Failure to Ignite merupakan problem berulang yang terjadi pada PLTG Tarahan dan juga PLTG Sebalang. Hal ini memungkinkan kejadian yang sama terjadi pada unit PLTG lain yang serupa dengan bahan bakar HSD, sehingga menambah urgensi dari penanganan permasalahan tersebut.

Dalam penanganan Failure to Ignite ini cukup kompleks dikarenakan indikasi alarm ini meliputi beberapa bagian dari Fuel system, system electrical dan system control pada PLTG. Upaya penanganan masalah yang telah dilakukan adalah melakukan pemeriksaan/perbaikan pada koneksi dan fungsi dari sensor Flame detector, system pengapian (busi dan trafo busi), kemudian memastikan laju aliran bahan bakar terdistribusi sesuai dengan baik. Dari beberapa Upaya penanganan tersebut ditemukan ketidaksesuaian tekanan bahan bakar yang masuk ke dalam chamber melalui nozzle dan check valve, sehingga bahan bakar tidak mengabut dan mengakibatkan start failure. Oleh karena itu, perlu dilakukan tindakan perbaikan pada komponen Fuel system.

## 2. Metodologi

- 2.1. Identifikasi masalah, studi literatur, dan analisis masalah mengenai problem tekanan bahan bakar yang tidak sesuai akibat kerja check valve tidak maksimal
- 2.2. Merancang modifikasi check valve
- 2.3. Melakukan pengujian keandalan dan implementasi modifikasi check valve
- 2.4. Melakukan evaluasi implementasi modifikasi check valve

## 3. Landasan Teori

### 3.1. Turbin Gas

Turbin gas merupakan sebuah mesin berputar yang mengambil energi dari arus gas pembakaran. Dia memiliki kompresor naik ke-atas dipasangkan dengan turbin turun ke-bawah, dan sebuah bilik pembakaran di-tengahnya. [7] Turbin gas adalah komponen pada pembangkit listrik yang menggunakan gas panas hasil pembakaran pada ruang bakar untuk bergerak. Di dalam turbin gas energy kinetic dikonversikan menjadi energy mekanik berupa putaran yang menggerakkan turbin sehingga menghasilkan daya. [1] Bagian turbin yang berputar disebut rotor atau roda turbin, dan bagian turbin yang diam disebut stator atau rumah turbin. Rotor memutar poros daya yang terhubung dengan generator listrik dan kompresor.

Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) merupakan sebuah pembangkit listrik yang menggunakan mesin turbin gas sebagai penggerak generatornya. Turbin gas dirancang dan dibuat dengan prinsip kerja yang sederhana dimana energi panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar diubah menjadi energi mekanis dan selanjutnya diubah menjadi energi listrik. [3] Tujuan utama turbin gas adalah untuk bias beroperasi dengan parameter optimal untuk menawarkan efisiensi maksimum sambil menggunakan konsumsi bahan bakar terendah selama operasi dalam kondisi lingkungan yang ada. Udara dan bahan bakar bereaksi membentuk gas, menghasilkan energy mekanik, dan kemudian menghasilkan energy listrik. Bahan bakar yang digunakan di pembangkit turbin gas biasanya solar dan gas alam cair atau Liquid NaturalGas (LNG). Proses pembakaran yang baik di ruang bakar membutuhkan 3 (tiga) komponen utama yaitu udara pembakaran, bahan bakar, panas.

### 3.2. Check valve

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 sistem perpipaan, check valve termasuk komponen perpipaan yang kritis. Aplikasi valve jenis ini banyak dijumpai pada outlet/discharge dari centrifugal pump dan compressor. [2] Ada banyak jenis katup periksa yang digunakan saat ini dalam sistem kontrol fluida. Tugas katup periksa adalah mengizinkan fluida dialirkan dalam satu arah dan mencegahnya mengalir ke arah yang berlawanan. Pemilihan pola dan ukuran yang paling sesuai ditentukan oleh parameter seperti suhu dan tekanan kerja, kecepatan aliran, dan kerugian gesekan yang diijinkan [4]. Sebuah kelompok peneliti mensimulasikan kondisi yang tepat dari katup menggunakan pendekatan simulasi baru dan mencoba mengoptimalkan kinerja katup [5]. Para peneliti telah mempelajari karakteristik dinamis katup dengan banyak eksperimen, yang dapat memberikan data yang berguna untuk meningkatkan dan menguji keandalan katup.

### 3.3. Pegas Heliks

Pegas heliks terdiri dari kawat yang digulung di dalamnya berbentuk heliks dan terutama ditujukan untuk tekan atau beban tarik. Penampang kawat dari mana pegas yang dibuat bisa berbentuk lingkaran, persegi atau persegi panjang. Itu dua bentuk pegas heliks adalah heliks kompresi pegas dan pegas heliks tegangan. Jenis yang paling populer pegas adalah pegas kompresi heliks. Ada dua dasar jenis pegas kompresi heliks Pegas kompresi dan pegas ekstensi. Pada pegas kompresi heliks, gaya luar cenderung memendekkan pegas. [6]

### 3.4. Hukum Hooke

Hukum Hooke adalah hukum atau ketentuan mengenai gaya dalam ilmu fisika yang terjadi karena sifat elastisitas suatu pegas. Semakin besar nilai konstanta maka tingkat elastisitas pegas semakin kecil dan sebaliknya. Hubungan antara gaya (F) yang meregangkan pegas dan penambahan panjang pegas ( $\Delta x$ ) di daerah yang ada dalam batas kelenturan adalah,

$$F = k \Delta x$$

Persamaan tersebut juga merupakan suatu perbandingan yang disebut sebagai tetapan pegas. [8] Jika gaya tarik yang diberikan pada sebuah pegas tidak melampaui batas elastis bahan maka penambahan panjang pegas berbanding lurus atau sebanding dengan gaya tariknya. [10]

3.5. **Pegas**

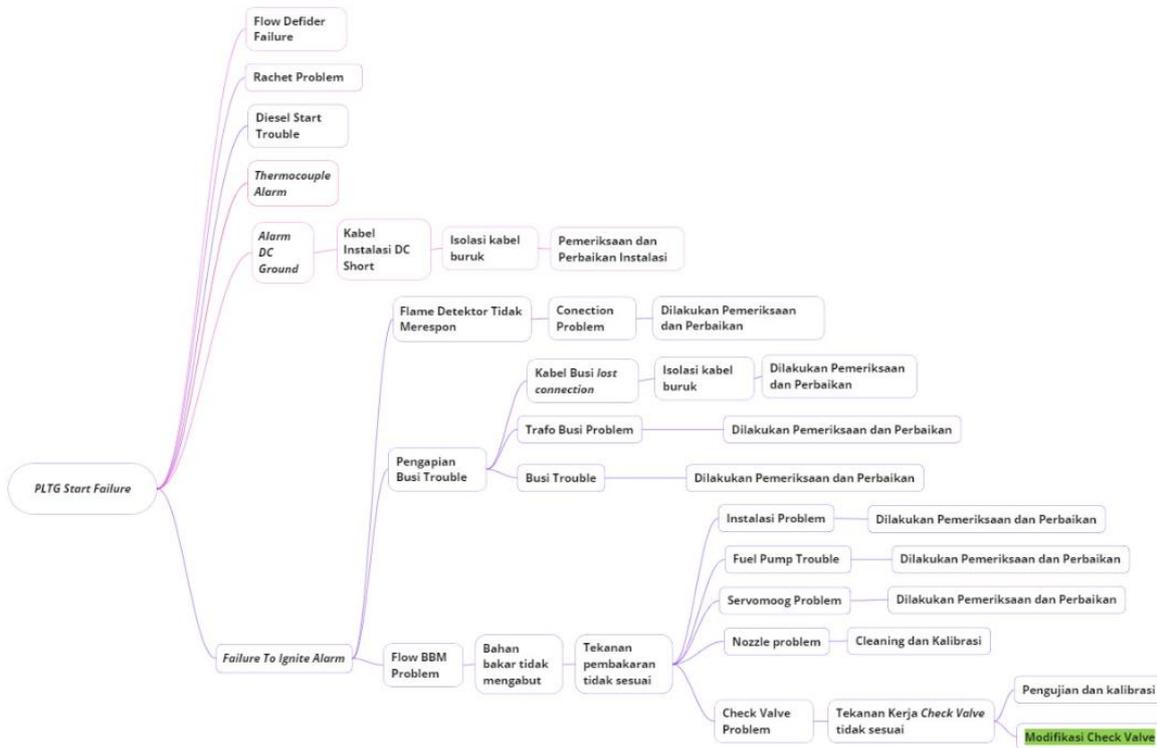
Pegas adalah elemen mesin elastis yang digunakan untuk memberikan gaya, torsi, dan juga untuk menyimpan atau melepaskan energi. Energi disimpan pada benda padat dalam bentuk twist, stretch, atau kompresi. Energi di-recover dari sifat elastis material yang telah terdistorsi. Pegas haruslah memiliki kemampuan untuk mengalami defleksi elastis yang besar. [9]

4. **Hasil Dan Pembahasan**

4.1. **Identifikasi Masalah**

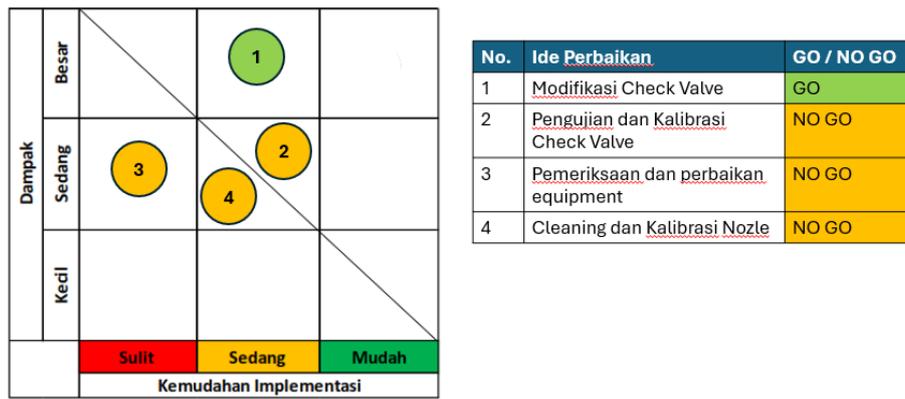
Berdasarkan data kinerja start failure dengan Indikasi Failure to Ignite akibat kegagalan check valve pada periode 2016-2017, terdapat total 37 kasus gangguan dengan jumlah durasi sebanyak 240,28 jam pada PLTG Tarahan yang menyebabkan Corrective Maintenance untuk menangani problem tersebut, tim pemeliharaan belum dapat menentukan titik kegagalan akibat Failure to Ignite sehingga diperlukan pengujian fungsi masing-masing komponen pada system bahan bakar dan system pengapian.

4.2. **Analisis Penyelesaian Masalah**



**Gambar 2.** Root Cause Problem Solving

Berdasarkan Root Cause Problem Solving yang telah dilakukan, maka diperoleh Maintenance Task Recommendation untuk mengatasi kegagalan Start Failure dengan indikasi alarm failure to Ignite. Berdasarkan hasil Analisa pada Gambar 3.1 diketahui bahwa indikasi Failure to Ignite disebabkan oleh flame detector failure, Pengapian busi Trouble, dan Flow BBM Problem.

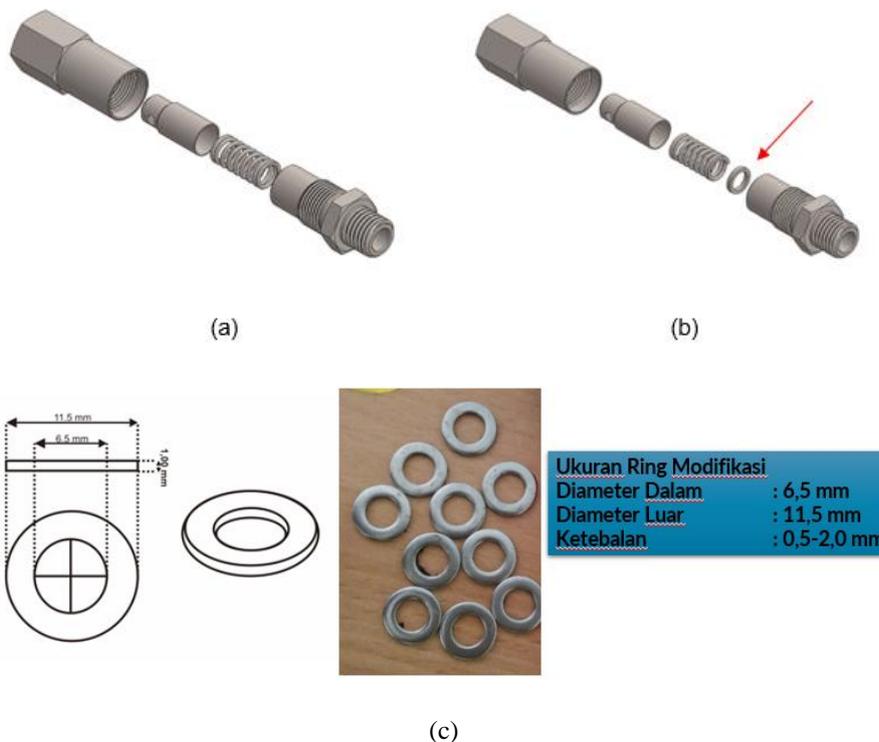


Gambar 3. Matriks Prioritas

Berdasarkan Analisa RCPS dan matriks prioritas maka solusi permasalahan tersebut adalah dengan melakukan modifikasi check valve untuk mendapatkan tekanan bahan bakar yang sesuai kebutuhan pengoperasian PLTG.

#### 4.3. Implementasi

Modifikasi check valve sudah di terapkan di ULPL Tanjung karang dan di UPK Sebalang. Ring modifikasi dipasang diantara spring dengan lubang aliran keluar bahan bakar, hal ini menyebabkan spring menjadi lebih kuat menahan aliran bahan bakar, karena prinsip kerja bukaan valve atau pilot pada check valve ini berdasarkan kekuatan spring yang menahan pilot. Jika sebelum modifikasi pada tekanan 89 – 107 Psi bahan bakar sudah mampu untuk mendorong pilot yang tertahan spring, maka setelah dilakukan modifikasi pilot atau valve yang tertahan oleh spring akan terdorong atau membuka aliran bahan bakar pada tekanan 120 Psi. [11]



Gambar 4. (a) Sebelum dan (b) Sesudah modifikasi Check Valve (c) ring modifikasi

Berikut adalah tabel perhitungan modifikasi ring pada check valve :

| Nilai standart | Tinggi Bebas (mm) | Tinggi kerja (mm) | Gaya (Newton) | Tekanan Check Valve (Psi) | Konstanta (N/m) | Ketebalan ring (mm)    |
|----------------|-------------------|-------------------|---------------|---------------------------|-----------------|------------------------|
|                | A                 | B                 | C             | D                         | $E=C/(A-B)$     | $F=(A-B)-((C/E)*1000)$ |
|                | 35,1              | 27,4              | 46,06         | 120                       | 5981,82         |                        |
| Check Valve 1  | 35,1              | 27,4              | 37,24         | 97                        | 4836,36         | 1,5                    |
| Check Valve 2  | 35,1              | 27,4              | 40,18         | 105                       | 5218,18         | 1,0                    |
| Check Valve 3  | 35,1              | 27,4              | 40,18         | 105                       | 5218,18         | 1,0                    |
| Check Valve 4  | 35,1              | 27,4              | 35,28         | 92                        | 4581,82         | 1,8                    |
| Check Valve 5  | 35,1              | 27,4              | 34,3          | 89                        | 4454,55         | 2,0                    |
| Check Valve 6  | 35,1              | 27,4              | 38,22         | 100                       | 4963,64         | 1,3                    |
| Check Valve 7  | 35,1              | 27,4              | 41,16         | 107                       | 5345,45         | 0,8                    |
| Check Valve 8  | 35,1              | 27,4              | 38,22         | 100                       | 4963,64         | 1,3                    |
| Check Valve 9  | 35,1              | 27,4              | 37,24         | 97                        | 4836,36         | 1,5                    |
| Check Valve 10 | 35,1              | 27,4              | 40,18         | 105                       | 5218,18         | 1,0                    |

**Gambar 5.** Tabel perhitungan modifikasi ring

Berikut adalah tabel pengujian check valve sebelum dan sesudah dilakukan modifikasi check valve :

| Deskripsi      | Tekanan Check Valve (Psi) Sebelum | Modifikasi ring (mm) | Tekanan Check Valve (Psi) Sesudah |
|----------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Check Valve 1  | 97                                | 1,5                  | 120                               |
| Check Valve 2  | 105                               | 1,0                  | 120                               |
| Check Valve 3  | 105                               | 1,0                  | 120                               |
| Check Valve 4  | 92                                | 1,8                  | 120                               |
| Check Valve 5  | 89                                | 2,0                  | 120                               |
| Check Valve 6  | 100                               | 1,3                  | 120                               |
| Check Valve 7  | 107                               | 0,8                  | 120                               |
| Check Valve 8  | 100                               | 1,3                  | 120                               |
| Check Valve 9  | 97                                | 1,5                  | 120                               |
| Check Valve 10 | 105                               | 1,0                  | 120                               |

**Gambar 6.** Tabel pengujian check valve sebelum dan sesudah

#### 4.4. Evaluasi Hasil Implementasi

Modifikasi Check Valve dapat diimplementasikan pada pembangkit turbin gas yang menggunakan bahan bakar HSD. Implementasi Modifikasi Check Valve mampu mengurangi kegagalan start failure dengan indikasi alarm Failure to Ignite berdasarkan data kinerja tahun 2018. Keunggulan utama modifikasi check valve yaitu mampu Meningkatkan performa check valve dengan menentukan kebutuhan tekanan bahan bakar untuk menjaga keandalan pada mesin PLTG berbahan bakar HSD .



**Gambar 7.** Grafik Persentase perbandingan antara total permintaan start dari UPB dengan keberhasilan pelayanan tanpa terjadi start failure

Dari gambar 7 dapat dilihat persentase keberhasilan pelayanan tanpa terjadi start failure didapatkan dari penjumlahan total permintaan start dari UPB selama satu tahun dikurangi dengan total start failure dibagi total permintaan start dikali seratus persen sehingga hasil yang didapatkan sebelum implementasi adalah kurang dari 91,23% sedangkan hasil setelah implementasi adalah lebih besar dari 97,33%. Dari data tersebut dapat disimpulkan dengan adanya modifikasi check valve dapat meningkatkan persentase keberhasilan start saat UPB melakukan permintaan start.

Modifikasi Check Valve juga dapat diimplementasikan pada semua PLTG yang menggunakan bahan bakar HSD. Desain modifikasi check valve yang murah dan mudah diproduksi massal juga memberikan peluang baru di dalam komersialitas inovasi.

## 5. Kesimpulan

- 5.1. Modifikasi Check Valve mampu meningkatkan performa check valve dengan menentukan kebutuhan tekanan bahan bakar untuk menjaga keandalan pada mesin PLTG berbahan bakar HSD.
- 5.2. Modifikasi Check Valve mampu mengurangi risiko Start Failure dengan indikasi alarm Failure to Ignite Ketika turbin gas diperintah operasi.
- 5.3. Modifikasi Check Valve mampu meningkatkan kinerja pembangkit.
- 5.4. Modifikasi Check Valve mampu memberikan Potensial loss of opportunity

## Saran

Modifikasi check valve ini agar dapat diterapkan pada semua PLTG yang menggunakan bahan bakar HSD

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sutan, Rifki; Dkk. PENGARUH AIR FUEL RATIO (AFR) TERHADAP EFISIENSI TURBIN GAS EFFECTOF AIR FUEL RATIO (AFR) ON EFFICIENCY OF GAS TURBINE, REKAYASA MEKANIK Vol.7 No.2 , Oktober 2023
- [2] Setiyana, Budi; Kurniawan, Johan A. INVESTIGASI NUMERIK KEKUATAN STRUKTUR CHECK VALVE ½” 9K Psi MENGGUNAKAN FINITE ELEMENT SOFTWARE, Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Jl. Prof. Sudharto, SH Kampus Tembalang, Semarang, Momentum, Vol. 16, No. 2, Oktober 2020, Hal. 92-96

- [3] Adikimoro, B., Novirani, D., & Fitria, L. Pengaruh Pembebanan Pembangkit Listrik Tenaga Gas Terhadap Efisiensi Biaya Pembangkitan Listrik (Studi Kasus di PT. Indonesia Power UBP Bali Unit Pesanggaran). Reka Integra, ISSN: 2338-5081, No. 02, Vol. 02, April 2014. Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung.
- [4] Laksono, Prio, Shandi. The Effect of Payload Weight to Mean Coil Diameter of Helical Compression Spring for Payload Separation System, Jurnal Teknologi Dirgantara Vol. 19 No. 2 December 2021
- [5] Refiantoro, Fenda, Richo; Kurniawanti. Penentuan Konstanta Pegas dalam Hukum Hooke pada Rangkaian Tunggal, Seri dan Paralel, Jurnal of Industrial Engineering Universitas PGRI Yogyakarta Volume 1 No. 2, Juni 2022
- [6] Ass. Prof. Gulabrao, Amit, Hejib. Analysis of Helical Compression Spring Used in Two Wheeler Suspension System, Department of Mechanical Engineering, JCOE Kuran, Maharashtra, India, International Journal of Scientific Research & Engineering Trends Volume 8, Issue 1, Jan-Feb-20
- [7] Turbin gas. [https://id.wikipedia.org/wiki/Turbin\\_gas.2024](https://id.wikipedia.org/wiki/Turbin_gas.2024) (Diakses pada tanggal 22 Okt 2024).
- [8] Refiantoro, R. F., & Kurniawanti, K. *Penentuan Konstanta Pegas dalam Hukum Hooke pada Rangkaian Tunggal, Seri dan Paralel*. JIE.UPY, Journal of Industrial Engineering, p-ISSN 2809-7809, e-ISSN 2963-6655, Volume 1 No. 2, Juni 2022. Program Studi Teknik Industri Universitas PGRI Yogyakarta.
- [9] Fazrin, H. *Pengaruh Kekakuan Pegas Spiral Terhadap Perolehan Energi Listrik pada Prototipe Alat Konversi Energi Berbasis Speed Bump Skala Laboratorium*. Program Studi S-1 Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jl. Lingkar Barat, Tamantirto, Kasihan, Bantul 55183.
- [10] Hukum Hooke. <https://www.gramedia.com/literasi/hukum-hooke/>(Diakses pada tanggal 22 Okt 2024).
- [11] Manual book. Check Valve Swagelok. High-Quality Fluid System Solutions & Components | Swagelok