JPII
Jurnal Profesi Insinyur Indonesia
http://ejournal.undip.ac.id/index.php/jpii
E-ISSN: 2985-8100

Evaluasi *Set Pressure* dari *Pressure Safety Valve* terhadap Suhu Relief pada Stasiun Metering Japanan

Mochamad Isa[1*], Nita Aryanti[1,2]
[1]*Program Studi Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,*
[2]*Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,*
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

[*)]Corresponding author: isa.epc5@gmail.com

(Received: July 5, 2026; Accepted: August 7, 2026)

Abstract

Evaluation of Pressure Set Pressure of Pressure Safety Valve on Relief Temperature at Japanan Metering Station. *Proper pressure setting of the Pressure Safety Valve (PSV) is crucial in gas metering stations to ensure safety and prevent equipment damage. This study examines the engineering phase of the Japanan metering station project in Pasuruan, East Java, owned by a state-owned enterprise in Indonesia. The relief temperature exceeded the wall temperature due to the PSV setting pressure following the maximum allowable working pressure (MAWP), which is set equal to the gas filter design pressure commonly used in engineering. This study presents an analysis of the impact of reducing the PSV setting pressure in maintaining the relief temperature below the wall temperature of the equipment, which ultimately can extend the life of the equipment. The study results provide recommendations for optimizing the PSV set pressure to protect equipment integrity and ensure safe operation.*

Keywords*: PSV, set pressure, relief temperature, wall temperature, engineering*

Abstrak

Pengaturan tekanan *Pressure Safety Valve* (PSV) yang tepat sangat krusial dalam stasiun pengukuran gas untuk memastikan keselamatan dan mencegah kerusakan peralatan. Studi ini mengkaji kasus pada fase *engineering* dari proyek stasiun metering Japanan di Pasuruan, Jawa Timur, milik salah satu BUMN di Indonesia. Suhu relief yang terjadi melebihi suhu dinding akibat *setting pressure* PSV yang mengikuti tekanan kerja maksimal yang diperbolehkan (MAWP), yang dibuat sama dengan tekanan desain gas filter praktik umum yang lazim diterapkan dalam dunia *engineering*. Studi ini menyajikan analisis dampak penurunan tekanan *setting* PSV dalam menjaga suhu relief tetap di bawah suhu dinding peralatan, yang pada akhirnya dapat memperpanjang umur alat tersebut. Hasil studi memberikan rekomendasi optimalisasi *set pressure* dari PSV guna melindungi integritas peralatan dan memastikan operasi yang aman.

Kata kunci: *PSV, set pressure, suhu relief, suhu dinding, engineering*

How to Cite This Article*:* Isa, M., & Aryanti, N. (2026). Evaluasi Set Pressure dari Pressure Safety Valve terhadap Suhu Relief pada Stasiun Metering Japanan. *JPII*, 4(4), 273–277. DOI: https://doi.org/10.14710/jpii.2026.32582

PENDAHULUAN

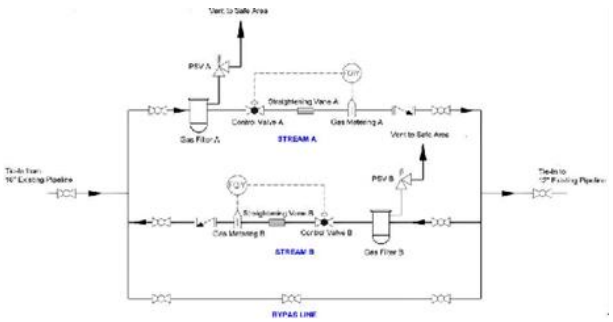
Penting dalam sistem perpipaan gas yang berfungsi untuk melindungi peralatan dari tekanan berlebih. PSV merupakan perangkat keselamatan terakhir yang mencegah kebocoran zat berbahaya serta kebakaran dan ledakan akibat kerusakan wadah tekanan saat terjadi tekanan berlebih akibat situasi yang tidak normal. Kegagalan PSV pada dasarnya menyebabkan kerusakan peralatan dan dapat berlanjut ke kerusakan proses melalui

kecelakaan seperti kebakaran dan ledakan (Oh et al., 2023).

Fungsi PSV diatur oleh standar internasional seperti API STD 520 dan API STD 521. API STD 520 mengatur metode *sizing* dan seleksi PSV berdasarkan parameter fluida, sedangkan API STD 521 membahas lebih luas mengenai skenario pelepasan tekanan, termasuk akibat kebakaran (*fire case*) dan efek termal terhadap peralatan (API STD 520, 2020; API STD 521, 2020).

Dalam praktik umum, MAWP dijadikan basis dalam penentuan *set pressure* dari PSV. MAWP sering kali disamakan dengan tekanan desain alat yang dilindungi (*set pressure* dari PSV sama dengan tekanan desain dari alat). Namun, pendekatan ini belum tentu mempertimbangkan suhu relief (*relieving temperature*), terutama dalam skenario *unwetted fire case*, yaitu ketika permukaan internal bejana tidak dibasahi oleh cairan pendingin sehingga lebih rentan terhadap kenaikan suhu akibat radiasi panas dari kebakaran eksternal (API STD 520, 2020; API STD 521, 2020).

Suhu relief yang melebihi batas ketahanan termal material dapat menyebabkan kerusakan struktural dini pada bejana tekan (*pressure vessel*), bahkan sebelum mencapai *set pressure* yang ditentukan. Oleh karena itu, desain PSV juga perlu mempertimbangkan aspek termal. Gambaran stasiun metering Japanan dalam studi ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Process Flow Diagram* stasiun metering gas

Gambar 1 menunjukkan suplai gas menuju Stasiun Metering Japanan. Stasiun Metering Japanan didesain untuk memfasilitasi aliran gas bolak-balik dari Pasuruan ke Mojokerto dan sebaliknya. Gas dari jaringan pipa berukuran 16 inci akan dialirkan menuju Stasiun Metering Japanan berukuran 12 inci di Pasuruan. Gas dengan kapasitas alir maksimum 40 MMSCFD, tekanan 203,05–362,59 psig dan temperatur 80°F pada titik *tie-in* akan masuk terlebih dahulu ke *Stream* A sebelum menuju Mojokerto melalui jaringan pipa ukuran 12 inci. Gas akan dimurnikan dari partikel padat di dalam *Gas Filter* A (tipe *cartridge*) yang dilengkapi dengan *pressure safety valve* untuk melindungi sistem dari kelebihan tekanan (*overpressure*). *Gas filter* harus mampu menghilangkan 99,99% partikel padat berukuran 10 mikron. Volume aliran gas akan dikendalikan oleh *Control Valve* A. Sebelum memasuki *orifice meter* (*Gas Metering* A), arah aliran gas akan diatur oleh *Straightening Vane* A untuk memastikan pembacaan *orifice meter* yang akurat. *Stream* A dilengkapi dengan *check valve* untuk mencegah aliran gas berbalik arah. Stasiun Metering Japanan beroperasi dua arah dan dilengkapi dengan jalur *bypass*. Aliran gas dari Pasuruan ke Mojokerto melalui *Stream* A, sedangkan aliran gas dari Mojokerto ke Pasuruan melalui *Stream* B. *Stream* B memiliki konfigurasi yang sama dengan *Stream* A. Jika *Stream* A sedang beroperasi, maka *stream* lainnya akan tertutup. Jalur *bypass* hanya digunakan ketika *stream* utama sedang dalam pemeliharaan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penentuan *setting pressure* pada *Pressure Safety Valve* (PSV) di Stasiun Metering Japanan dengan mempertimbangkan aspek tekanan dan temperatur pada skenario *unwetted fire case*, serta menganalisis pengaruhnya terhadap keselamatan dan ketahanan termal peralatan yang dilindungi.

METODE PENELITIAN

Skenario yang Kredibel

Skenario yang kredibel dalam perhitungan PSV ditentukan berdasarkan sistem yang ada. Beberapa skenario yang umum terjadi dalam perhitungan PSV adalah *fire case*, *blocked discharge* dan *control valve failure*. *Fire case* ada dua macam, *unwetted* dan *wetted*, tergantung pada fluida dalam sistem (API STD 521, 2020).

Menentukan *Set Pressure*

Set pressure ditentukan berdasarkan *maximum allowable working pressure* (MAWP) dari alat yang akan dilindungi (*Gas Filter*). Biasanya MAWP sama dengan tekanan desain (API STD 520, 2020). *Set pressure* awal diambil sama dengan tekanan desain dari *Gas Filter* (720 psig).

Menentukan Tekanan Relief dan Suhu Relief

Tekanan relief ditentukan berdasarkan ketentuan dalam API STD 520 (2020), dengan 121% dari *set pressure* untuk skenario *fire case* dan 110% dari *set pressure* untuk skenario selain *fire case*. Nilai *set pressure* dari PSV biasanya sama dengan tekanan desain dari alat yang dilindungi. Dalam hal ini, *set pressure* dari PSV adalah 720 psig (sebagaimana tekanan desain dari *Gas Filter*). Berdasarkan API STD 521 (2020), suhu relief ditentukan dengan Persamaan (1), dengan Pn merepresentasikan tekanan operasi (psia = psig + 14,7), Tn merepresentasikan suhu operasi (R = °F + 459,67), P1 merepresentasikan tekanan relief (psia) dan T1 merepresentasikan suhu relief (Rankine).

$$T_1 = \left(\frac{P_1}{P_n}\right) T_n \qquad (1)$$

Menentukan *Exposed Surface Area*

Exposed surface area merupakan luas permukaan *vessel* yang terpapar. Luas permukaan yang terdampak bergantung pada bentuk/geometri vaskular tersebut. Pada kasus ini, *vessel* berbentuk silinder. Rumus yang digunakan adalah Persamaan (2) sebagai berikut.

$$A' = \frac{\pi D^2}{2} + \pi DH \quad (2)$$

Menentukan *Relief Load*

Relief load untuk *uwetted vessel* dapat dihitung berdasarkan rumus dalam API STD 521 (2020) yang ditunjukkan oleh Persamaan (3) sebagai berikut. Dengan W adalah *relief load* (lb/hr), MW adalah berat molekul fluida, A' adalah luas permukaan bejana yang terpapar (ft^2), Tw adalah *maximum wall temperature* (1100 °F), T_1 adalah suhu relief (°F).

$$W = 0{,}1406\sqrt{MWP_1}\left(A'\frac{(T_W - T_1)^{1{,}25}}{T_1{}^{1{,}1506}}\right) \quad (3)$$

Menentukan *Calculated Orifice Area*

Orifice Area dapat dihitung berdasarkan Persamaan (4) dalam GPSA Engineering Data Book Section 5 (14th Ed,2016) dan API STD 520 (2020) sebagai berikut.

$$A = \frac{W}{C\,K_C K_d P_1 K_b}\sqrt{\frac{Z\,T}{M\,W}} \quad (4)$$

Dengan A adalah *orifice area* (in^2), Kc adalah *combination coefficient* (untuk *rupture disk*: 0,9; lainnya: 1), Kd adalah *discharge coefficient* (untuk desain awal: 0,975), Kb adalah *back pressure coefficient* (nilainya 1 untuk PSV tipe konvensional), C adalah *fluid coefficient*, yang dapat dihitung dari Persamaan (5) sebagai berikut, dengan k merepresentasikan *specific heat ratio*.

$$C = 520\sqrt{k\left(\frac{2}{k+1}\right)^{\left(\frac{k+1}{k-1}\right)}} \quad (5)$$

Setelah nilai A didapatkan, ukuran *orifice* yang dipilih mengacu pada Tabel 2 *orifice size* sesuai ketentuan dalam API STD 526 (2023). Karena *rated capacity* yang dipilih harus lebih besar dari *required capacity* (Oh et al., 2023), *orifice size* yang dipilih harus lebih besar daripada *required orifice size*. *Rated capacity* dapat diperoleh berdasarkan Persamaan (6) sebagai berikut.

$$W_r = \frac{A_r}{A}W \quad (6)$$

Dengan Wr merepresentasikan *rated capacity* (lb/hr) dan Ar merepresentasikan *selected orifice area* (in^2). Metode di atas dapat digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 2. Data yang menjadi basis dalam studi ini adalah sebagai berikut.

a. Komposisi Fluida

Komposisi fluida dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Komposisi Fluida

Komposisi	Fraksi Mol
Metana	0,9843
Etana	0,0050
Propana	0,0020
i-Butana	0,0006
n-Butana	0,0004
i-Pentana	0,0002
n-Pentana	0,0001
Hexana	0,0001
Nitrogen	0,0046
CO_2	0,0027
H_2S	0,0000

b. Parameter Operasi

- Suhu: 79,9°F (kondisi pada *inlet Gas Filter*)
- Tekanan: 201,4 psig (kondisi pada *inlet Gas Filter*)
- Tekanan Maksimal: 362,5 psig
- Laju Alir: 10–40 MMSCFD

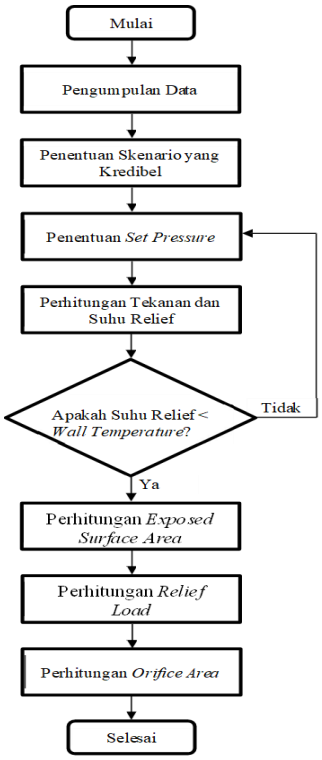
c. Desain Alat

Tekanan desain alat, dalam hal ini *gas filter*, adalah 720 psig. Tekanan desain ini menjadi basis awal dalam penentuan *set pressure* dari PSV. Selain itu, filter juga memiliki ukuran diameter 24 inci dan tinggi 66 inci. Basis perhitungan PSV difokuskan hanya pada data tekanan desain dan dimensi gas.

Tabel 2. *Orifice size*

Orifice Designation	*Area* (in^2)
D	0,110
E	0,196
F	0,307
G	0,503
H	0,785
J	1,287
K	1,838
L	2,853
M	3,600
N	4,340
P	6,380
Q	11,050
R	16,000
T	26,000

Seluruh alur kegiatan penelitian tersebut disusun secara sistematis dan divisualisasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kondisi fluida yang disebutkan pada Metode Penelitian, diperoleh data properti fluida gas yang diringkas dalam Tabel 3.

Tabel 3. *Fluid properties gas metering*

No.	Deskripsi Parameter	Unit	Nilai
1	Fasa Uap	-	1 (Gas murni)
2	Z *factor* (Kompresibilitas)	-	0,9678
3	Berat Molekul (MW)	g/mol	16,37
4	k (Cp/Cv)	-	1,343
5	Densitas	lb/ft³	0,631

Berdasarkan Tabel 3, fluida memiliki nilai fasa uap 1, yang artinya fluida berada dalam fasa gas (tidak ada cairan). Berikut adalah hasil perhitungan PSV pada setiap tahapan sesuai penjelasan pada metode penelitian.

a. Menentukan Skenario yang Kredibel
   - *Fire Case*: Kredibel. Fluida yang mengalir mudah terbakar. Karena fluida yang mengalir berupa gas sepenuhnya, skenario yang kredibel adalah *unwetted fire case*.
   - *Control valve failure*: Tidak kredibel. Tidak ada *control valve* yang terpasang sebelum *Gas Filter*. Oleh karena itu, tidak ada potensi tekanan berlebih dari kegagalan kontrol aliran.
   - *Blocked discharge*: Tidak kredibel. Sistem memiliki tekanan desain yang sama.

b. Menentukan Tekanan Relief dan Suhu Relief

Berdasarkan Persamaan (1), hasil perhitungan tekanan dan suhu relief diringkas dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan suhu relief terhadap *set pressure*

No.	*Set Press* (P_s, psig)	*Press Relief* (P_1, psig)	Suhu Relief (T_1, °F)	*Max Wall Temp* (T_w, °F)	Status Keamanan
1	720 (100% Desain)	885,9	1753	1.100	Melebihi (Bahaya)
2	648 (90% Desain)	798,8	1535	1.100	Melebihi (Bahaya)
3	576 (80% Desain)	711,6	1317	1.100	Melebihi (Bahaya)
4	453 (125% Operasi)	563,0	946	1.100	Aman (T_1 < T_w)

Dari hasil perhitungan, terlihat bahwa suhu relief sangat sensitif terhadap *setting pressure*, khususnya pada skenario *unwetted fire case*. Dengan *set pressure* (Ps) 720 psig (sama dengan tekanan desain *Gas Filter*), suhu relief (T_1) melebihi *wall temperature* (Tw). Kondisi ini dapat menyebabkan *vessel* rusak terlebih dahulu sebelum *set pressure* tercapai. Oleh karena itu, *set pressure* perlu diturunkan.

Percobaan pertama adalah dengan melakukan penurunan *set pressure* dari 720 ke 648 psig (90% dari tekanan desain). Penurunan ini masih menghasilkan suhu relief yang melebihi *wall temperature*. Begitu juga, penurunan *set pressure* menjadi 80% dari tekanan desain (576 psig), masih menghasilkan kondisi yang sama.

Dengan kondisi tersebut, basis perhitungan diubah dengan menjadikan tekanan operasi maksimal menjadi acuan (362,5 psig). *Set pressure* diambil 125% dari tekanan operasi maksimal (453 psig). Basis ini mampu menurunkan suhu relief (946°F) sehingga berada di bawah *wall temperature*. Ini berarti, pemilihan *set pressure* 453 psig aman dan dapat diterima.

Fenomena suhu relief melebihi *wall temperature* ini dapat terjadi karena dua kondisi secara bersamaan. Kondisi tersebut adalah skenario *unwetted fire case* pada PSV dan perbedaan yang terlalu jauh antara tekanan operasi dan tekanan desain.

API STD 521 (2020) menjelaskan bahwa dalam skenario *fire case* dengan permukaan tidak

dibasahi (*unwetted*), suhu dinding akan meningkat cepat karena tidak ada pendinginan dari dalam. Oleh karena itu, PSV tidak hanya harus mempertimbangkan tekanan maksimum, tetapi juga suhu relief yang mungkin terjadi (API STD 521, 2020).

Tidak mempertimbangkan suhu relief dalam desain PSV dapat mengakibatkan kegagalan struktural dini meskipun sistem belum mencapai *set pressure* yang ditentukan. Penurunan *set pressure* sebagai strategi mitigasi termal sesuai dengan prinsip desain PSV dalam situasi ekstrem yang dijelaskan oleh CCPS (2023).

c. Menentukan *Exposed Surface Area*

Berdasarkan Persamaan (2), *exposed surface area* yang diperoleh adalah 40,81 ft^2.

d. Menentukan *Relief Load*

Berdasarkan Persamaan (3), *relief load* yang diperoleh adalah 71 lb/hr.

e. Menentukan *Calculated Orifice Area*

Sebelum menentukan *Calculated Orifice Area*, nilai C (*fluid coefficient*) harus dihitung terlebih dahulu. Berdasarkan Persamaan (5), nilai C yang diperoleh adalah 351. Selanjutnya, berdasarkan Persamaan (4), *Calculated Orifice Area* yang diperoleh adalah 0,0034 in^2, yang lebih kecil dari ukuran terkecil dalam Tabel 2 yang mengacu pada API STD 526 (2023). Oleh karena itu, dipilih *orifice size* 1D2 (0,11 in^2), sesuai praktik umum untuk memastikan kapasitas minimum dan kemudahan manufaktur (API STD 526, 2023). *Rated capacity* yang diperoleh berdasarkan Persamaan (6) adalah 2324 lb/hr.

KESIMPULAN

Evaluasi menunjukkan bahwa penetapan *setting pressure* pada *Pressure Safety Valve* (PSV) perlu mempertimbangkan aspek tekanan dan ketahanan termal material, terutama pada kondisi kebakaran tanpa pembasahan internal (*unwetted fire case*). Penyesuaian tekanan pelepasan yang lebih konservatif dapat membantu menjaga temperatur dinding bejana tetap dalam batas aman dan mengurangi risiko kegagalan material. Oleh karena itu, evaluasi termal perlu diintegrasikan sejak tahap awal desain dan *engineering* untuk meningkatkan keandalan sistem proteksi serta keselamatan operasional fasilitas proses.

DAFTAR PUSTAKA

American Petroleum Institute. (2020). *API Standard 520, Part I: Sizing and selection of pressure-relieving devices (10th ed.)*. API Publishing.

American Petroleum Institute. (2020). *API standard 521: Pressure-relieving and depressuring systems (7th ed.)*. API Publishing.

American Petroleum Institute. (2023). *API Standard 526: Flanged steel pressure-relief valves (8th ed.)*. API Publishing.

CCPS (Center for Chemical Process Safety). (2017). *Guidelines for pressure relief and effluent handling systems*. John Wiley & Sons.

Gas Processors Suppliers Association. (2016). *GPSA engineering data book (14th ed., Section 5: Relief system)*. Gas Processors Suppliers Association.

MJPN-PGAS-3514-PS-CA-004 Rev. 0. (2015). *Calculation for pressure safety valve*.

MJPN-PGAS-3514-PS-DG-002 Rev. 1. (2015). *Process flow diagram*.

MJPN-PGAS-3514-PS-DG-003 Rev. 0. (2015). *Piping & instrumentation diagram*.

MJPN-PGAS-3514-PS-RE-001 Rev. 0. (2015). *Operation philosophy for japanan metering*.

Oh, K. S., Jeong, E., Shim, W. S., & Baek, J. B. (2023). The effectiveness of pressure safety valves in chemical supply systems to prevent fire, explosion, and overpressure in the Korean semiconductor industry. *Fire*, *6*(9), 344.