

Teknik Kimia

Rancangan Kapasitas Tangki Penyimpanan Udara Instrumen pada Pabrik XYZ

Dinda Rizka Fadhillah^{*1}, Sry Wahyuni², Lely Pramesti³¹ Program Studi Teknik Kimia, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan, Indonesia² Program Studi Agribisnis Kelapa Sawit, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan, Indonesia³ Prodi Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 24 Agustus 2024
Revisi Akhir: 28 Agustus 2024
Diterbitkan Online: 29 Agustus 2024

KATA KUNCI

Tangki, udara, instrument, kapasitas

Keywords:

Receiver, air, instrument, capacity

KORESPONDENSI

E-mail: dindarizkaf@gmail.com

ABSTRAK

Tangki penyimpanan udara instrumen memiliki peran dalam menjaga proses di pabrik dapat tetap beroperasi. Tangki penyimpanan udara instrumen disediakan agar dapat menyuplai kebutuhan udara dalam pengoperasian peralatan instrumen yang ada di pabrik jika ada masalah pada sistem penyedia udara instrumen. Udara instrumen dimasukkan terlebih dahulu ke dalam beberapa alat untuk diproses diantaranya yaitu, penyaring, kompresor, dan pengering. Penelitian ini dilakukan untuk menghitung kapasitas tangki penyimpanan udara instrumen bila laju alir udara instrumen yang dibutuhkan sebesar 70 Nm³/h. Tangki dirancang dengan waktu tinggal 15 menit dan tekanan operasi tangki maksimum 9 barg menjadi 5,5 barg. Dalam perhitungan kapasitas tangki biasanya laju alir diberi margin sebesar 10% sehingga diperoleh kapasitas udara instrumen yang dibutuhkan sebesar 6 m³.

ABSTRACT

The instrument air receiver plays a role in keeping the process in the factory running. The instrument air receiver is provided to supply the air needs for the operation of instrument equipment in the factory if there is a problem with the instrument air supply system. Before keeping in the instrument air receiver, instrument air is fed into several tools to be processed, including a filter, compressor, and dryer. This study was conducted to calculate the capacity of the instrument air receiver if the required instrument air flow rate is 70 Nm³/h. The receiver is designed with a residence time of 15 minutes and a maximum tank operating pressure of 9 barg to 5.5 barg. In calculating the receiver capacity, the flow rate is usually given a margin of 10% so that the working capacity of instrument air is 6 m³.

PENDAHULUAN

Sistem utilitas di pabrik/industri memiliki peran yang tidak kalah penting bila dibandingkan dengan peralatan prosesnya. Salah satu sistem utilitas yang ada di pabrik/industri adalah sistem udara instrumen. Saat ini, hampir seluruh proses yang ada di dalam pabrik sudah beroperasi secara otomatis. Otomatisasi peralatan proses tersebut diatur oleh perangkat instrumen yang digerakkan atau dikontrol oleh sistem udara instrumen. Peralatan instrumen mempunyai fungsi yang vital di dalam suatu proses di industri. Bila peralatan instrumen tidak dapat berjalan dengan baik, maka proses di pabrik akan terganggu juga. Alat-alat proses akan terganggu kerjanya sehingga bisa menyebabkan operasi pabrik harus dihentikan sementara waktu karena

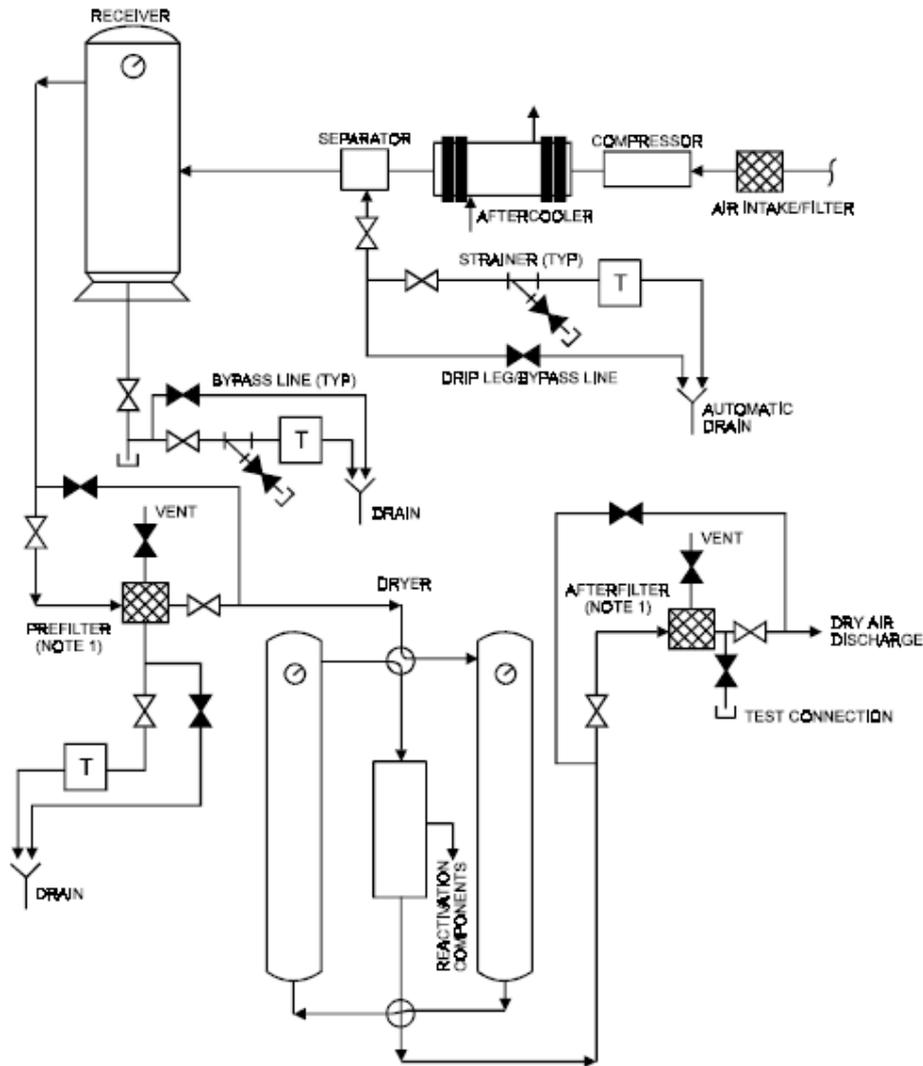
dapat membahayakan pabrik apalagi bila operasi pabrik membutuhkan tekanan dan suhu tinggi. Pemberhentian operasi pabrik secara tiba-tiba dapat menimbulkan kerugian yang besar dan hal tersebut sangat dihindari oleh pihak pabrik walaupun hanya dalam waktu beberapa menit saja. Oleh karena itu, salah satu hal yang dapat dilakukan dengan menyediakan tangki penyimpanan udara instrumen pada sistem udara instrumen yang ada di pabrik.

Tangki penyimpanan udara instrumen sering dikenal dengan sebutan *instrument air receiver* di dunia industri. Tangki penyimpanan udara instrumen merupakan tangki untuk menyimpan atau menampung udara yang sudah dimampatkan dan sudah melewati proses sehingga udara tersebut dapat dialirkan kedalam peralatan instrumen. Tangki penyimpanan udara instrumen ini biasanya menjadi satu paket di dalam sistem udara instrumen dan sebagai back-up suplai udara instrumen bila ada gangguan pada peralatan lain di sistem udara instrumen.

TINJAUAN PUSTAKA

Udara instrumen berasal dari udara atmosferik yang ditekan dan diolah terlebih dahulu sebelum digunakan untuk mengontrol alat-alat instrumen. Berdasarkan ANSI/ISA - S7.0.01 - 1996 tentang standar kualitas udara instrumen, titik embun (*dew point*) udara setidaknya 10 °C (18 °F) dan ukuran partikel yang diizinkan terikut di dalam udara maksimum sebesar 40 µm. Selain itu, kandungan pelumas yang kemungkinan terbawa ketika melewati kompresor diharapkan sekecil mungkin, tidak boleh lebih dari 1 ppm yang terkandung di dalam udara. Untuk mencapai standar kualitas udara instrumen, sistem udara instrumen terdiri dari beberapa peralatan yaitu *intake filter*, *compressor*, *aftercooler*, *moisture separator*, *dryer*, dan *air receiver*. Berikut dipaparkan gambaran umum sistem udara instrumen yang ada di industri/pabrik.

Udara atmosferik masuk terlebih dahulu ke dalam intake filter sebelum dialirkan ke dalam *compressor*. *Compressor* harus dirancang untuk mengalirkan udara pada tekanan yang ditentukan dan ditambah margin untuk mengakomodasi kebocoran di masa yang akan datang. Kebanyakan tipe *compressor* yang direkomendasikan adalah tipe "oil free" sehingga tidak ada kemungkinan mengkontaminasi udara instrumen. Lalu, udara bertekanan tersebut dialirkan ke dalam *aftercooler*. *Aftercooler* merupakan *heat exchanger* yang digunakan untuk mendinginkan udara bertekanan yang keluar dari *compressor*. Temperatur udara bertekanan keluaran dari *aftercooler* mencapai 14-17 °C, lalu kondensat yang dihasilkan dari proses pendinginan tersebut dikumpulkan melalui *separator* yang dapat menghilangkan 70-80% kandungan air dan partikulat [7]. Selanjutnya, udara bertekanan tersebut dialirkan ke dalam pengering (*dryer*) yang dilengkapi dengan *prefilter* dan *afterfilter*. *Dryer* dipasang di sistem udara instrumen bertujuan untuk menghilangkan lebih banyak kandungan air di dalam udara untuk mencapai standar *dew point*, yaitu setidaknya 10 °C atau biasanya -40 °C untuk kondisi 4 musim dan mengakomodasi kondisi ekstrim. Lalu, tangki penyimpanan udara instrumen perlu disediakan setelah *afterfilter dryer package* sebagai suplai udara instrumen jika sistem udara instrumen mengalami kendala sehingga proses di dalam pabrik dapat berjalan terus secara kontinu.

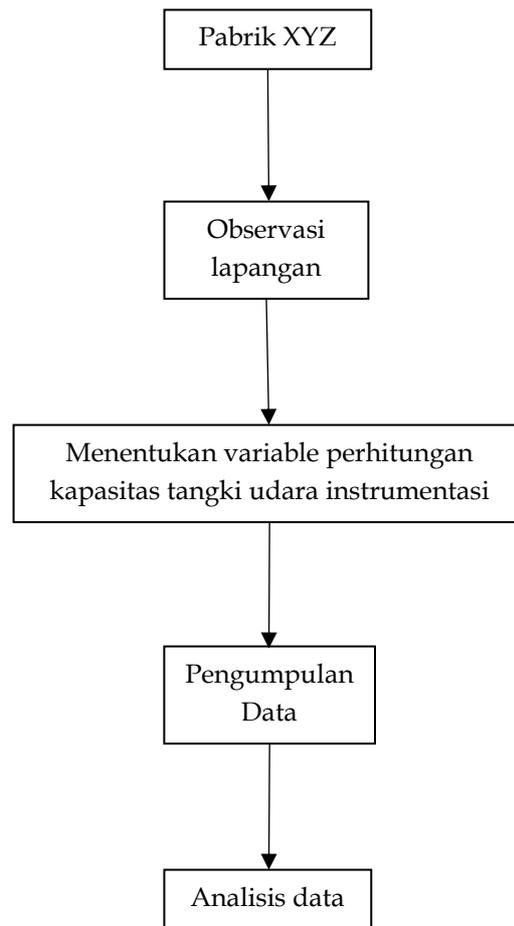


Gambar 1 Gambaran umum sistem udara instrumen – desiccant dryer [7]

Kapasitas kotor (volume penyimpanan) dari tangki penyimpanan udara instrumen merupakan kapasitas tangki hingga panjang pengisian tangki maksimum yang aman. Berdasarkan standar *American Society of Mechanical Engineers (ASME)*, material yang cocok untuk tangki penyimpanan udara instrumen adalah jenis alloy steel. Jenis material ini memiliki kemampuan bentuk dan daya tahan yang bagus, serta kekuatan *tensile* dan *yield* yang tinggi. [5]

METODOLOGI

Perhitungan kapasitas tangki penyimpanan udara instrumen dimulai dengan mengetahui terlebih dahulu laju alir udara instrumen yang dibutuhkan oleh pabrik XYZ. Kebutuhan laju alir udara instrumen dapat diperoleh dengan mengetahui berapa jumlah alat-alat instrumen pabrik, seperti *control valve* maupun *on-off valve*. Diagram proses pengumpulan data kebutuhan laju alir udara instrumen ditampilkan pada gambar di bawah.



Gambar 2 Diagram proses pengumpulan data

Setelah kebutuhan laju alir udara instrumen diperoleh datanya, maka kapasitas tangki penyimpanan udara instrumen dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [8].

$$V = \frac{P_a}{(P_1 - P_2)} x Q x t$$

Keterangan:

V = volume tangki penyimpanan udara instrumen (ft³)

P_a = tekanan atmosferis (14,7 psia)

P₁ = tekanan tangki maksimum (psia)

P₂ = tekanan tangki minimum (psia)

Q = laju alir udara instrumen (ft³/min)

t = waktu untuk tangki menurunkan tekanan dari tekanan maksimum ke tekanan minimum (min)

Data yang diketahui untuk menunjang perhitungan kapasitas tangki penyimpanan udara instrumen disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1 Data-data pada perhitungan kapasitas tangki penyimpanan udara instrumen

Data	Nilai
Laju alir udara instrumen	70 Nm ³ /h
Tekanan tangki maksimum	9 barg
Tekanan tangki maksimum	5,5 barg
Dew point udara instrumen	-40 °C

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tangki penyimpanan udara instrumen dirancang bertujuan agar dapat menyediakan kebutuhan udara instrumen untuk mengoperasikan instrumen yang ada di pabrik jika ada masalah pada sistem penyedia udara instrumen. Sistem penyedia udara instrumen biasanya terdiri dari beberapa alat, antara lain filter, compressor, dan dryer. Apabila salah satu alat bermasalah/rusak, maka sistem penyedia udara instrumen tidak dapat mengalirkan udara instrumen ke alat-alat instrumen yang ada di pabrik. Agar pabrik dapat terus beroperasi, disinilah peran tangki penyimpanan udara instrumen sebagai penyedia udara instrumen sementara sampai sistem penyedia udara instrumen dapat beroperasi lagi.

Tangki penyimpanan udara instrumen dirancang dapat menyuplai udara instrumen selama 15 menit. Untuk mendesain kapasitas tangki penyimpanan, laju alir kebutuhan udara instrumen diberi margin 10% dari laju alir operasi. Perhitungan kapasitas tangki penyimpanan udara instrumen secara lengkap ditampilkan di bawah ini.

$$V = \frac{P_a}{(P_1 - P_2)} x Q x t$$

Keterangan:

V = volume tangki penyimpanan udara instrumen (ft³)

P_a = tekanan atmosferis (14,7 psia)

P₁ = tekanan tangki maksimum (psia)

P₂ = tekanan tangki minimum (psia)

Q = laju alir udara instrumen (ft³/min)

t = waktu untuk tangki menurunkan tekanan dari tekanan maksimum ke tekanan minimum (min)

Q = laju alir operasi x 1,1

Q = 70 Nm³/h x 1,1 = 77 Nm³/h

Sesuai keterangan rumus di atas, setiap variable yang dibutuhkan di persamaan perhitungan perlu dikonversi satuannya sesuai keterangan persamaan perhitungan.

Q = 77 Nm³/h = 47,98 sft³/min

P₁ = 9 barg = 145 psia

P₂ = 5,5 barg = 95 psia

t = 15 min

$$V = \frac{14,7}{(145 - 95)} \times 47,98 \times 15$$

$$V = 211,59 \text{ ft}^3 = 6 \text{ m}^3$$

Tangki penyimpanan udara instrumen dirancang berbentuk silinder. Untuk material yang digunakan tangki penyimpanan udara instrumen biasanya direkomendasikan oleh vendor dan biasanya berasal dari jenis alloy steel karena memiliki ini memiliki daya tahan yang bagus, serta kekuatan tensile dan yield yang tinggi. Selain itu, alat instrumen seperti pressure transmitter dan peralatan safety seperti pressure safety valve menjadi asesoris yang wajib dipasang di tangki penyimpanan udara instrumen tersebut. Dari hasil perhitungan kapasitas tangki penyimpanan udara instrumen diperoleh data yang ditampilkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2 Hasil perhitungan kapasitas tangki penyimpanan udara instrumen

Data	Nilai
Laju alir udara instrumen	70 Nm ³ /h
Tekanan tangki maksimum	9 barg
Tekanan tangki maksimum	5,5 barg
Dew point udara instrumen	-40 °C
Waktu tinggal	15 menit
Kapasitas	6 m ³
Material	Steel Alloy

KESIMPULAN DAN SARAN

Tangki penyimpanan udara instrumen dibutuhkan pada setiap sistem udara instrumen untuk memastikan agar suplai udara tekan yang dibutuhkan peralatan instrumen proses tetap terjaga walaupun sistem mengalami gangguan sehingga proses tetap dapat beroperasi. Tangki tersebut dirancang untuk dapat menyediakan kebutuhan udara instrumen selama 15 menit proses berjalan. Kapasitas tangki yang dibutuhkan sebanyak 6 m³ dengan laju alir kebutuhan udara instrumen sebesar 70 Nm³/h dan tekanan operasi dari 9 barg menjadi 5,5 barg.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Hardiono. "Analisis Supply Air Compressor terhadap Program Saving Energy di PT XXX". *Jurnal Teknik Mesin, Elektro, dan Ilmu Komputer*, Volume 1, pp. 6-13, 2021.
- [2] R. Kamaludin, et. al. "Material Selection of Proposed Air Receiver Tank Applied for Electrical Generator". *International Journal Innovation in Mechanical Engineering & Advanced Materials (IJIMEAM)*, Volume 4, pp. 81-85, 2022.
- [3] A. Nurfaizi, et. al. "Sistem Monitoring Instrumen Air Sistem Berbasis Internet of Things di PT.Parna Raya". *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, Volume 16, pp. 175-181, 2022.
- [4] A. Nurrohman, et. al. "Perancangan Air Receiver Tank dan Kompresor untuk Kebutuhan Pigging di Jaringan Pemipaan Loading dan Unloading Crude Palm Oil" *Prosiding Seminar Nasional Riset Teknologi Terapan*, 2022, pp. 1-6.

- [5] R. Poku, et. al. "Conversion of a Refrigerator Compressor into a Portable Silent Air Compressor for Use Onboard Vessels". *American Journal of Marine Science*, Volume 5, pp. 9-17, 2017, DOI:10.12691/marine-5-1-2.
- [6] U. M. Sugeng, et. al. "Perancangan Air Receiver tank Vertical Bertekanan 160 psi dengan metode VDI 2221". *Presisi*, Volume 23, pp. 46-59, 2021.
- [7] American National Standard. ANSI/ISA-S7.0.01-1996, Quality Standard for Instrument Air. North Carolina: American National Standard, 1996.
- [8] The Engineering Toolbox. "Compressed Air Receivers". Internet: https://www.engineeringtoolbox.com/compressed-air-receivers-d_846.html, 2005 [8 Juli 2024].