

BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Reaktor adalah perangkat inti yang digunakan dalam berbagai sektor industri, termasuk industri pembangkit listrik, pengolahan kimia, serta penelitian nuklir dan farmasi. Pada suatu departemen di PT. X terdapat sebuah reaktor berkapasitas 300 L. Reaktor ini berfungsi sebagai alat/tempat utama untuk mensintesis sebuah produk. Produk yang dihasilkan umumnya akan dijual kepada *customer*, sehingga kualitas dan konsistensi produk yang dihasilkan harus benar-benar dijaga.

Reaktor 300 L yang dimiliki oleh PT. X adalah jenis reaktor *Batch* yang berarti keseluruhan proses produksi mulai dari persiapan bahan baku, proses reaksi, dan pengemasan produk dilakukan secara sistematis dalam satu *Batch* produksi. Pada reaktor *Batch* proses produksi tidak dapat dilakukan secara kontinu dan diulang, sehingga dalam satu *batch* produksi harus dipastikan kesiapan bahan baku dan alatnya agar dapat menghasilkan produk yang diinginkan. Salah satu aspek penting dalam reaktor ini adalah sistem pendingin.



Gambar 1.1 Visulisasi reaktor 300L
Sumber: PT.X, 2022

Sistem pendingin berfungsi untuk mengalirkan fluida, baik dalam bentuk cair maupun gas, ke dalam atau sekitar reaktor guna menghilangkan panas yang dihasilkan selama proses berlangsung. Jika suhu tidak terkontrol dengan baik, risiko *overheating* atau kegagalan reaksi kimia yang tidak diinginkan dapat meningkat secara signifikan yang berpotensi menyebabkan kegagalan sistem hingga kecelakaan industri. Sistem pendingin yang memadai sangat penting dalam mengantisipasi peningkatan panas yang terjadi akibat peningkatan kapasitas operasional (Irawan 2020).

Mesin reaktor yang digunakan di salah satu departement PT. X masih belum memiliki jalur pendingin sehingga tidak bisa mengontrol suhu dengan baik dan memperlambat proses pendinginan (*cooling product*) saat reaksi selesai. Saat reaksi selesai, sistem pendingin berperan sangat penting menurunkan suhu reaktor sehingga proses reaksi bisa dihentikan. Menurut Sutopo (2019), penambahan jalur pendingin diperlukan ketika beban termal reaktor meningkat untuk mencegah terjadinya *hot spots* di bagian-bagian kritis reaktor.

Penambahan jalur pendingin tidak hanya berfungsi untuk meningkatkan kapasitas pendinginan, tetapi juga untuk mendistribusikan aliran fluida pendingin secara lebih merata di seluruh bagian reaktor. Hal ini penting untuk mencegah terjadinya penumpukan panas (*hot spots*), yang dapat menyebabkan kegagalan sistem. Putri & Wahyudi (2021) menyoroti bahwa distribusi fluida pendingin yang merata sangat diperlukan untuk mencegah kegagalan lokal pada reaktor akibat peningkatan panas di area tertentu. Menurut Ratih (2018), pengendalian suhu yang efektif dalam reaktor merupakan faktor krusial untuk menjaga stabilitas operasi dan mencegah terjadinya *overheating*, yang dapat mempengaruhi keselamatan.

Beberapa faktor teknis harus diperhitungkan dengan cermat agar sistem pendingin yang baru tidak hanya mampu mengatasi peningkatan panas, tetapi juga bekerja secara efisien dan terintegrasi dengan baik dengan sistem yang ada. Pratama (2020) menyatakan bahwa jalur pendingin tambahan harus dirancang agar mampu mendistribusikan fluida secara efektif ke area-area yang paling membutuhkan pendinginan. Lestari & Nugroho (2019) menjelaskan bahwa desain

ulang jalur pendingin harus memperhitungkan distribusi panas yang tidak merata di dalam reaktor. Dalam konteks keselamatan, penambahan jalur pendingin yang tepat juga berfungsi sebagai langkah mitigasi risiko terhadap berbagai potensi kegagalan sistem yang berkaitan dengan *overheating*. *Overheating* pada reaktor dapat menyebabkan masalah serius, mulai dari kerusakan komponen internal, penurunan produktivitas, hingga kerusakan struktural yang lebih luas.

1. Rumusan Masalah

1. Apa pengaruh penambahan jalur pendingin pada mesin reaktor?
2. Bagaimana efektivitas penambahan jalur pendingin terhadap keseluruhan proses reaksi?
3. Bagaimana efektivitas penambahan jalur pendingin terhadap produk yang dihasilkan?

2. Tujuan Masalah

1. Mengetahui bagaimana pengaruh penambahan jalur pendingin pada mesin reaktor.
2. Mengevaluasi dampak penambahan jalur pendingin terhadap efektivitas proses. Apakah dapat mendinginkan reaktor hingga suhu yang diinginkan?
3. Mengevaluasi dampak penambahan jalur pendingin terhadap kualitas produk yang dihasilkan. Apakah produk yang dihasilkan sudah memenuhi standar yang diinginkan atau tidak?

3. Manfaat

1. Peningkatan Keselamatan Operasional: Penelitian ini dapat membantu pabrik memahami risiko yang terkait dengan tidak adanya jalur pendingin, sehingga dapat mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan akibat *overheating*.
2. Optimalisasi Proses Produksi: Dengan mengetahui dampak dari kontrol suhu yang buruk, pabrik dapat merancang ulang sistem pendingin untuk

memperbaiki proses produksi yang pada akhirnya akan meningkatkan produktivitas.

3. Pengurangan Kerugian: Penelitian ini dapat mengidentifikasi potensi masalah yang mungkin timbul akibat suhu produk yang tidak terkontrol, sehingga pabrik dapat mengambil langkah-langkah preventif untuk mengurangi kerugian ekonomi.

4. Peningkatan Kualitas Produk: Dengan menjaga suhu produk dalam batas yang optimal, pabrik dapat memastikan kualitas produk yang dihasilkan tetap konsisten dan memenuhi standar yang ditetapkan.

5. Perencanaan Investasi yang Lebih Baik: Informasi dari penelitian dapat membantu manajemen pabrik dalam mengambil keputusan investasi yang lebih cerdas dalam sistem pendingin, sehingga memaksimalkan pengeluaran dan hasil yang diharapkan.

6. Mempercepat Proses Pendinginan : Penambahan jalur pendingin dirancang untuk meningkatkan laju perpindahan panas, sehingga suhu produk dapat diturunkan dalam waktu yang jauh lebih singkat.

4. Batasan Masalah

1. Fokus Penelitian: Penelitian ini hanya akan membahas dampak dari penambahan jalur pendingin pada mesin reaktor, tanpa mempertimbangkan faktor eksternal lainnya yang dapat mempengaruhi suhu produk.

2. Lingkup Mesin Reaktor: Penelitian ini akan terfokus pada reaktor jenis batch berkapasitas 300 liter yang digunakan di salah satu departemen produksi PT. X, yang beroperasi di bidang industri kimia. Reaktor ini merupakan tangki tertutup yang digunakan untuk sintesis produk cair berbasis reaksi kimia. Oleh karena itu, hasil penelitian tidak dapat digeneralisasi untuk semua jenis reaktor, terutama reaktor kontinu atau reaktor dengan skala kapasitas dan proses yang berbeda.

3. Parameter Suhu: Penelitian ini akan membatasi pengukuran pada suhu produk dan tidak mencakup parameter lain seperti tekanan atau kualitas bahan baku yang juga dapat mempengaruhi hasil akhir.

4. Aspek Keselamatan: Penelitian ini akan membahas risiko keselamatan yang terkait dengan tidak adanya jalur pendingin, namun tidak akan

mencakup analisis mendalam tentang sistem keselamatan lainnya yang mungkin ada di pabrik.

5. Asumsi Aliran dan Kondisi Lingkungan:

Dalam penelitian ini, aliran fluida pendingin dan kondisi udara di sekitar reaktor diasumsikan berada dalam kondisi *steady* (mantap), baik secara termal maupun dinamis. Artinya, tidak terjadi fluktuasi signifikan dalam suhu udara sekitar, tekanan, maupun laju aliran fluida pendingin selama proses berlangsung. Asumsi ini digunakan untuk menyederhanakan perhitungan dan simulasi, serta memastikan validitas hasil analisis dalam kondisi operasional normal.