

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Botol infus merupakan salah satu kebutuhan utama dalam industri medis, digunakan untuk menyimpan dan mengantarkan cairan infus steril ke pasien. Sebagai kemasan primer, botol infus harus memenuhi berbagai standar kualitas, termasuk dimensi yang presisi, ketahanan mekanis, dan kesterilan material. Kegagalan pada salah satu aspek ini dapat berpotensi membahayakan pasien dan meningkatkan risiko infeksi.

Botol infus adalah kemasan medis steril yang digunakan untuk menyimpan dan menyalurkan cairan intravena kepada pasien. Botol ini harus memenuhi standar ketat dalam hal dimensi, kekuatan mekanis, dan ketebalan dinding, karena berperan langsung dalam proses penyembuhan dan keselamatan pasien. Kualitas botol infus yang buruk, seperti dinding tidak merata, retakan, atau deformasi, dapat menimbulkan masalah serius seperti kebocoran cairan, kontaminasi, atau bahkan gagalnya proses infus (Blok et al., 2022; ISO 15378:2017).

Proses produksi botol infus modern biasanya menggunakan teknologi *stretch blow molding*, yang terdiri dari dua tahap: pemanasan (*heating*) dan pembentukan (*blowing*). Tahapan awal dimulai dari *preform*, yaitu tabung plastik kecil yang terbuat dari *Polyethylene Terephthalate (PET)* dan sudah memiliki ulir (*neck finish*) seperti botol jadi. *Preform* berfungsi sebagai bahan dasar botol yang akan dibentuk melalui proses pemanasan hingga mencapai suhu lunaknya (sekitar 85–110°C), sebelum akhirnya ditiup dengan tekanan udara tinggi agar mengikuti bentuk cetakan (Bonfá et al., 2019; Kaishan, 2023).

Tekanan udara adalah salah satu parameter kunci dalam proses ini. Pengaturan tekanan udara yang tidak tepat dapat menyebabkan berbagai masalah, seperti: 1) Dimensi botol yang tidak sesuai, misalnya ukuran diameter atau tinggi yang melenceng dari standar. 2) Dinding botol yang tidak

merata, yang memengaruhi kekuatan mekanis botol. 3) Cacat produk, seperti retakan, deformasi, atau kegagalan struktur.

Karakteristik *preform*, seperti ketebalan awal, distribusi berat, dan warna, sangat menentukan hasil akhir botol. Namun, faktor yang tidak kalah penting adalah pengaturan suhu pemanasan (*heating*). Pemanasan yang tidak merata atau suhu yang tidak sesuai dapat menyebabkan bagian tertentu dari *preform* menjadi terlalu lunak atau justru tetap kaku, sehingga saat ditiup dengan tekanan udara, material tidak menyebar secara homogen. Akibatnya, dinding botol bisa menjadi terlalu tipis di satu sisi dan terlalu tebal di sisi lain, yang mengganggu stabilitas botol dan menurunkan kekuatan mekanisnya (Zhao et al., 2019; Oil Free Air, 2022).

Selain itu, suhu yang terlalu tinggi dapat mempercepat degradasi termal pada *PET*, menyebabkan turunnya viskositas dan kekuatan tarik material. Sementara suhu yang terlalu rendah menyebabkan material gagal membentuk cetakan secara sempurna, terutama pada bagian dasar dan leher botol. Dalam konteks ini, proses pemanasan dan tekanan udara bekerja saling melengkapi: suhu menentukan seberapa plastis *preform*, dan tekanan udara menentukan seberapa optimal material tersebut menyebar dalam cetakan. Oleh karena itu, pengaturan kedua variabel ini harus dilakukan secara presisi dan sinergis untuk mendapatkan hasil terbaik (Atlas Copco, 2024; Air Best Practices, 2023).

Dalam industri manufaktur botol infus, banyak kendala produksi justru muncul akibat ketidaksesuaian antara suhu pemanasan dan tekanan udara. Beberapa pabrik bahkan mengalami tingkat kegagalan produksi hingga 10–15% akibat distribusi material yang buruk atau tekanan udara yang tidak stabil (Kaishan, 2023). Oleh karena itu, memahami pengaruh tekanan udara secara mendalam menjadi kunci penting dalam meningkatkan kualitas botol infus sekaligus efisiensi produksi.

Di sisi lain, pengaturan tekanan udara yang optimal dapat meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi tingkat cacat produk, dan

memastikan kualitas botol yang memenuhi standar. Penelitian ini penting untuk menjawab tantangan tersebut dengan menganalisis pengaruh variasi tekanan udara terhadap kualitas botol infus yang dihasilkan oleh mesin *blowing*.

Dengan hasil penelitian ini, diharapkan dapat memberikan pedoman teknis dalam pengaturan parameter mesin *blowing*, khususnya tekanan udara, untuk menghasilkan botol infus berkualitas tinggi secara konsisten.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dirumuskan dalam dua pertanyaan utama:

1. Bagaimana pengaruh variasi tekanan udara pada mesin *blowing* terhadap dimensi botol infus?
2. Berapa nilai tekanan udara ideal pada mesin *blowing* yang mampu menghasilkan botol infus dengan kualitas terbaik sesuai standar?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi pengaruh variasi tekanan udara terhadap dimensi botol infus.
Dimensi botol yang dimaksud meliputi tinggi, diameter, dan volume, yang harus sesuai dengan standar industri.
2. Menganalisis hubungan antara tekanan udara dengan ketebalan dinding botol infus.
Ketebalan dinding botol memengaruhi daya tahan botol terhadap tekanan internal saat digunakan.
3. Menentukan tekanan udara optimal dalam proses *blowing* untuk menghasilkan botol infus berkualitas.
Optimasi tekanan udara bertujuan untuk meminimalkan cacat produksi dan meningkatkan efisiensi proses.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

- a. Penelitian ini memberikan kontribusi ke dalam ilmu teknik manufaktur plastik, khususnya proses *blow molding*.
- b. Menjadi referensi bagi penelitian lanjutan yang berfokus pada optimasi parameter produksi dalam teknologi *blowing*.

2. Manfaat Praktis

- a. Memberikan pedoman teknis bagi operator mesin *blowing* dalam pengaturan tekanan udara, sehingga meminimalkan produk cacat.
- b. Membantu produsen botol infus dalam mencapai efisiensi produksi dengan mengurangi pemborosan material.
- c. Meningkatkan kualitas produk botol infus yang lebih aman dan sesuai standar medis, sehingga mendukung kebutuhan industri farmasi.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini memiliki batasan ruang lingkup sebagai berikut:

1. Subjek Penelitian: Proses produksi botol infus berbahan *PET* menggunakan mesin *blowing*.
2. Variasi Parameter: Penelitian difokuskan pada pengaturan tekanan udara, yaitu 2 bar, 2,8 bar, dan 3,5 bar.
3. Pengujian Kualitas: Parameter kualitas yang dianalisis mencakup dimensi botol, ketebalan dinding, dan kekuatan tarik.

Standar Kualitas: Penilaian kualitas botol dilakukan berdasarkan standar industri medis internasional (misalnya, ISO 15378:2017).

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan skripsi ini, penulis mengelompokkan dan membagi menjadi lima bagian dengan maksud memberikan penjelasan mengenai bab-bab yang disusun. Adapun kelima bab tersebut adalah:

1. BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Mengulas teori-teori yang relevan, termasuk prinsip kerja mesin *blowing*, sifat material plastik (*PET*), dan standar kualitas botol infus.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan, variabel penelitian, prosedur penelitian, metode pengumpulan data, serta teknik analisis data.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menyajikan hasil penelitian berupa data eksperimen dan analisis terhadap pengaruh variasi tekanan udara terhadap kualitas botol infus.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Menyimpulkan hasil penelitian dan memberikan saran untuk pengembangan lebih lanjut.