

## BAB I PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Sampah adalah salah satu permasalahan yang sampai sekarang cara penanggulangan dan penyelesaiannya selalu dikembangkan. Tercatat pada tiga tahun lalu, limbah padat di empat kota besar di Indonesia yaitu Semarang, Surabaya, Bandung, dan Jakarta mencapai angka 80,235 ton per hari (Abdoli, Rezaei, & Hasanian, 2016). Penanggulangan sampah di Indonesia yang khususnya dilakukan oleh pemerintah masih banyak bergantung terhadap tempat pembuangan akhir (TPA). Sistem pengumpulan sampahnya adalah kontainer sampah besar yang ditempatkan di beberapa titik di setiap kota, kemudian setelah kontainer terisi penuh akan diangkut oleh truk pengangkut sampah (*roll-off truck*) sesuai jadwal. Berdasarkan data yang didapatkan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, hanya 69% jumlah sampah yang dibuang ke TPA sedangkan yang lainnya diproses secara mandiri, dibakar, ataupun dibuang ke sungai (Farizal, Aji, Rachman, Nasruddin, & Mahlia, 2018). Hal ini menjadikan peran dari *trash container* atau bak sampah sangat besar bagi sistem pembuangan sampah di Indonesia.

*Trash container* sendiri memiliki berbagai desain dan juga fungsi. Terdapat kontainer yang berfungsi untuk menampung sampah jenis tertentu dan harus diletakkan di luar ruangan atau gedung, ada juga kontainer yang dapat diletakkan di dalam ruangan. Untuk menentukan kontainer sampah bagaimana yang cocok digunakan oleh sebuah gedung, perlu diketahui jenis sampah apa saja yang akan diproduksi atau dihasilkan oleh penghuni gedung tersebut (Waste Management, 2016). Salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi kontainer maupun penyediaan jasa pengangkutan sampah adalah perusahaan *Waste Management*. Kontainer yang diproduksi oleh perusahaan *Waste Management* terdiri atas beberapa tipe yang dapat dilihat pada Gambar 1.1. Kontainer ini terbagi atas 2 jenis yaitu kontainer khusus sampah-sampah yang dapat di *recycle* (a) dan juga kontainer untuk sampah yang tidak dapat di *recycle* (b). Setiap kontainer sampah memiliki *sign*, volume, dan warna yang berbeda-beda serta kategori sampah apa yang diperbolehkan untuk dibuang di kontainer tersebut. Tipe-tipe kontainer seperti ini tidak hanya dimiliki oleh *Waste Management Inc.*

namun juga dimiliki oleh perusahaan *Region of Peel* yang juga menerapkan sistem yang hampir sama dimana setiap kontainer memiliki ciri khas, fungsi, dan desainnya tersendiri (Peel, 2015).

Berbagai perusahaan besar yang bergerak pada bidang *managing waste* menyediakan jasa untuk perusahaan, korporat, kawasan perumahan, dan juga pabrik, namun tidak untuk permasalahan-permasalahan sampah yang terdapat langsung di lingkungan seperti sungai.



Gambar 1.1 Tipe-tipe *trash container* Waste Management Inc. (a) *City Recycling Collection* (b) *City Garbage Collection* (Waste Management, 2016)

Dua tahun yang lalu negara India melakukan penelitian untuk membuat sebuah mesin pembersih sampah sungai yang disebut *river waste cleaning machine* (Sirsat, Khan, Jadhav, & Date, 2017). Namun mesin ini dibuat dengan memperhatikan karakteristik sungai yang ada di India, dimana pusat penumpukan sampah terjadi di sungai yang luas dan memiliki kedalaman yang hampir mirip dengan karakteristik danau. Kontainer sampah yang digunakan pada mesin tersebut berfungsi sebagai penampung sementara. Ketika kontainer telah penuh, maka sampah akan dialihkan menggunakan konveyor ke mobil pengangkut sampah. *Trash container* yang akan didesain pada studi ini adalah kontainer sampah yang berasal dari studi kasus mesin *automated river cleaner* dengan fungsi untuk menampung sampah dan limbah yang terdapat di sungai. Skenario penampungan sampahnya adalah konveyor mengalirkan sampah yang berasal dari

sungai, dengan posisi konveyor berada tepat diatas kontainer. Sehingga sampah yang dialirkan akan langsung jatuh dari atas menuju kontainer. Hal ini membuat kontainer yang dirancang haruslah kontainer tipe terbuka. Pada tahapan perancangan hingga pemilihan konsep desain untuk menghasilkan desain terbaik, akan dilewati beberapa proses dimulai dari menentukan parameter desain, simulasi desain, perhitungan nilai signifikansi parameter, hingga pemilihan konsep desain.

Pada proses perancangan konsep, parameter desain adalah salah satu faktor yang harus diperhatikan. Hal ini dikarenakan parameter desain adalah kumpulan aspek kualitatif dan kuantitatif dari karakteristik fisik maupun fungsional suatu komponen, produk, ataupun sistem yang menjadi input untuk proses desain. Parameter desain ini dapat menentukan biaya, desain produk, dan resiko yang dapat ditimbulkan dalam pengembangan desain produk terkait. Parameter juga memperlihatkan spesifikasi desain (Business Dictionary, 2018). Desain parameter berfokus pada pengidentifikasian nilai parameter secara spesifik untuk karakteristik desain yang akan meminimalisir variabilitas dalam penggunaan maupun kinerja suatu produk. Karena proses kinerja, manufaktur, dan juga biaya masa pakai produk dapat mengalami perubahan sesuai dengan pengaturan karakteristik desain yang sudah ditentukan batas spesifikasinya terlebih dahulu, maka muncul kebutuhan untuk mengidentifikasi pengaturan parameter yang optimal untuk produk dan juga proses desainnya (Moghadam, 2005). Dubey dan Yadava melakukan optimasi parameter *laser beam cutting* untuk mendapatkan hasil potongan yang berkualitas dengan menggunakan material-material yang ditentukan (Dubey & Yadava, 2008). Tergantung dengan tujuan dan fungsi produk yang di desain, parameter dari suatu desain perlu di optimasi untuk mengidentifikasi karakteristik desain, resiko yang dapat ditimbulkan, dan mengefesiensikan pembuatan konsep desain. Namun untuk mendapatkan parameter desain yang optimal itu sendiri diperlukan pengukuran yang tepat terlebih dahulu. Pada studi kasus *trash container* ini parameter yang dimaksud adalah faktor. Dimana yang akan dioptimasi adalah faktor yang mempengaruhi nilai deformasi, seperti bentuk badan kontainer, dimensi, dan juga material.

Ada banyak cara dan metode untuk melakukan optimasi parameter. Salah satunya adalah metode *multi-factor experimental design*. Metode ini merupakan salah satu metode dari *Design of Experiment* (DOE) yang dirancang untuk mengevaluasi beberapa faktor yang ditetapkan pada berbagai level. Pada *multi-factor experimental design* terdapat beberapa faktor yang harus dipertimbangkan, sehingga jumlah *run* pada saat eksperimen pun bertambah. (Riza, Masood, & Wen, 2016) menggunakan metode *multi-factor experimental design* pada teknologi manufaktur *direct metal deposition* (DMD). Pendekatannya menggunakan berbagai proses dan kondisi material dengan tujuan untuk mempelajari perilaku *sliding wear* DMD terhadap penghalau baja ringan dibawah kondisi kering. Hasil dari beberapa kali eksperimen pada penelitian ini adalah mengungkap karakteristik penting dari material-material terkait dalam hal koefisien dan gesekan. Di penelitian lainnya (Zheng, Yao, & Huang, 2017) digunakan metode serupa untuk simulasi numerikal ortogonal pada *rapid pressure swing adsorption*. Variabel keputusannya terdiri atas 5 faktor (*dead-zone height of feed-in* ( $H_{in}$ ), hasil akhir ( $H_{out}$ ), waktu *step pressurization* ( $T_{pr}$ ), adsorpsi ( $T_{ad}$ ), dan rasio ekstraksi produk ( $\gamma$ )) dan indeks kinerjanya terdiri dari empat variabel (kemurnian produk rata-rata ( $\bar{y}_{O_2}$ ), pemulihan produk (Rec), *bed size factor* (BSF), dan rata-rata produksi volume produk ( $q_{prod}^-$ ). Kemudian dilakukan *range analysis* untuk menginvestigasi signifikansi pengaruh antara kelima faktor pada setiap indeks performansi, dan output akhir didapatkan level optimal tiap faktor dan kombinasi yang sesuai bagi setiap indeks performansi. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya yang menggunakan metode *multi-factor experimental design* ini digunakan ketika faktor penentu untuk mengoptimasi parameter lebih dari satu faktor.

Pada studi ini implementasi eksperimen pada metode *multi-factor experimental design* akan menggunakan *full factorial design*. Hal ini dikarenakan *full factorial design* akan mendefinisikan percobaan akan dilakukan terhadap seluruh kemungkinan kombinasi pengaturan faktor dan juga mengestimasi semua interaksi yang mungkin terjadi antar faktor (ISIXSIGMA, 2018). Seperti penelitian yang dilakukan terhadap ubin keramik menggunakan *full factorial design*, parameter yang digunakan pada penelitian adalah luas ubin dan diameter

*defect* jenis *dry spots*. Dan terdapat dua buah faktor yang mempengaruhi kedua parameter tersebut yaitu intensitas cahaya dan juga jarak pengambilan citra. Dari penelitian ini didapatkan bahwa kedua faktor ini memiliki pengaruh yang signifikan terhadap parameter (Atmaja & Herliansyah, 2015).

Pada 5 tahun yang lalu (Kroll, Masson, & Weil, 2014) menekankan bahwa analisis parameter memainkan peran yang sangat penting dalam mengembangkan pemahaman terhadap masalah yang ada pada desain dan menunjukkan potensi solusinya. Maka dari itu diperlukan metode yang tepat untuk mengevaluasi tingkat kepentingan dari suatu parameter desain (Tao, Weigang, Yang, & Ting, 2014). Berdasarkan pengertian dari parameter desain, dan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa mengetahui apakah suatu parameter desain itu adalah parameter yang penting untuk dipertimbangkan atau sudah optimal akan mempengaruhi karakteristik produk. Dan karakteristik produk adalah suatu hal yang harus dijabarkan pada tahap perencanaan saat merancang konsep desain. Dengan tujuan yang mempertimbangkan spesifikasi desain untuk merancang suatu konsep desain, metode ini sangat cocok dengan studi yang dilakukan karena konsep desain akan dirancang sesuai dengan hasil optimasi parameter desain sehingga desain yang terpilih akan lebih objektif dan optimal. Jika optimasi dan pemilihan konsep desain ini dilakukan maka studi pada salah satu komponen utama mesin *automated river cleaner* telah dilaksanakan maka akan dapat dilihat kelayakan dari desain usulan dari kaca mata parameter deformasi.

## **I.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang diangkat pada studi ini adalah sebagai bagaimana menentukan konsep desain dan parameter desain yang optimal menggunakan metode *multi-factor experimental design*?

## **I.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai pada studi ini adalah mengetahui bagaimana cara menentukan konsep

desain dan parameter desain yang optimal menggunakan metode *multi-factor experimental design*.

#### **I.4 Batasan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang dan tujuan di atas, batasan penelitian dari studi ini adalah sebagai berikut.

1. Sistematika pengosongan kontainer tidak dilakukan secara otomatis (manual).
2. Tidak mempertimbangkan dan membahas mekanisme pengosongan secara detail.
3. Simulasi tidak dilakukan terhadap keseluruhan *assembly* 3D model *trash container*.
4. Simulasi *body* dan penyangga dilakukan terpisah.
5. Studi yang dilakukan hanya menganalisis optimasi parameter desain, dan pemilihan konsep desain menggunakan metode terpilih.
6. Studi hanya mempertimbangkan jenis sampah ringan yang terapung seperti plastik, botol, dan styrofoam untuk perancangan konsep desain.

#### **I.5 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, dan batasan penelitian di atas maka manfaat dari studi ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui cara menentukan konsep desain dan parameter desain yang optimal menggunakan metode *multi-factor experimental design*.
2. Menghasilkan desain usulan *trash container* yang dapat digunakan untuk pengumpulan sampah di sungai.
3. Mengaplikasikan ilmu rekayasa industri khususnya pada desain dan pengembangan produk mengenai optimalisasi parameter dan seleksi konsep.
4. Memberikan referensi kepada pembaca yang ingin mengembangkan konsep desain dari studi ini.

## **I.6 Sistematika Penulisan**

Penyusunan laporan pada studi ini terdiri dari beberapa bab, yang di dalamnya berisi sub-bab dan uraian yang lebih detail. Sistematika penulisan adalah sebagai berikut.

### **Bab I Pendahuluan**

Bab ini merupakan pembuka laporan yang di dalamnya terdapat latar belakang masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, dan juga sistematika penulisan. Pada bab ini dibahas secara garis besar studi yang akan dilakukan menggunakan metode *multi-factor experimental design*. Studi akan membahas pemilihan konsep desain yang optimal, menemukan parameter desain yang berpengaruh signifikan terhadap output yang diharapkan, dan mengapa hal ini penting untuk dilakukan.

### **Bab II Tinjauan Pustaka**

Bab ini berisi tentang referensi studi literatur yang diambil dari penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik permasalahan yang diangkat. Pada bab ini juga dibahas hubungan antar konsep yang menjadi kajian studi dan penjabaran kontribusi oleh peneliti sebelumnya, juga memaparkan alasan kenapa teori yang terpilih diikuti sertakan dalam studi. Seluruh teori yang digunakan dalam pengerjaan studi ini akan tercantum dan menjadi referensi yang dapat dipertanggungjawabkan.

### **Bab III Metode Penelitian**

Bab ini berisi tentang penjelasan metode yang digunakan dan langkah-langkah pengerjaan studi secara rinci dari tahap awal hingga tahap akhir. Hal yang harus dilakukan adalah menggambarkan skema model konseptual studi dan juga sistematika pemecahan masalah yang membahas mulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data, pengolahan data, analisis data, hingga penarikan kesimpulan.

#### **Bab IV Pengumpulan dan Pengolahan Data**

Bab ini berisi tentang pengumpulan data-data yang diperlukan untuk mengukur menentukan parameter desain, membuat 3D model konsep desain, dan melakukan langkah pengerjaan sesuai metode yang digunakan. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan simulasi *static structural* yang kemudian hasilnya akan diuji dan diolah secara statistik.

#### **Bab V Analisis dan Pembahasan**

Bab ini berisi tentang analisis dari hasil pengolahan data. Analisa ini akan membahas secara detail hasil pemilihan konsep desain beserta alasan dan referensi terkait yang dapat mempertanggungjawabkan hasil data yang didapatkan.

#### **Bab VI Kesimpulan dan Saran**

Bab ini berisi tentang tarikan kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan. Dimana hasil tersebut dikaitkan dengan tujuan awal penelitian, apakah tujuan tujuan penelitian telah tercapai atau tidak. Kemudian juga terdapat saran untuk studi lebih lanjut.