

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

2.1.1. *Proses Injection Molding*

Injection molding merupakan salah satu proses dalam industri manufaktur yang digunakan untuk membentuk material plastik melalui teknik pencetakan termoplastik. Proses ini dimulai dengan melelehkan material plastik, lalu menyuntikkannya melalui *nozzle* mesin ke dalam cetakan (*mold*). Setelah itu, material yang telah dicetak didinginkan dengan bantuan air hingga mengeras, sehingga dapat dengan mudah dikeluarkan dari cetakan.

Mesin *injection molding* terdiri dari beberapa komponen utama, seperti *nozzle*, *hopper*, elemen pemanas (*heating elements*), cetakan (*mold*), dan piston. Mesin ini memperoleh tenaga dari udara bertekanan yang berfungsi untuk menggerakkan piston atau *plunger*, serta listrik arus bolak-balik yang digunakan untuk menyuplai daya ke elemen pemanas.

Ada 3 bagian utama dalam mesin *injection moulding* yaitu:

1. *Clamping Unit*, Bagian ini berfungsi sebagai tempat penyatuan moulding. Perannya adalah menahan mould agar tetap tertutup saat material disuntikkan hingga produk terbentuk dan siap dikeluarkan.
2. *Injection Unit*, Bertugas untuk melelehkan material sebelum disuntikkan ke dalam cetakan (*mold*).
3. *Drive Unit*, Digunakan untuk mengendalikan dan mengatur kinerja mesin *injection moulding*.

2.1.2. Perancangan

Perencanaan produk merupakan proses pengembangan ide hingga peluncuran produk ke pasar. Selain itu, perusahaan perlu memiliki strategi cadangan jika produk mengalami kegagalan dalam pemasaran, seperti ekstensi atau perbaikan produk, penyesuaian distribusi, perubahan harga, dan strategi promosi (Tungkup & Sirait, 2023).

Perancangan dapat diartikan sebagai tahap awal dalam merealisasikan produk yang dibutuhkan perusahaan untuk mendukung proses produksi. Proses ini mencakup investigasi, identifikasi masalah, serta pemanfaatan informasi untuk menemukan solusi. Dengan adanya perancangan, perusahaan dapat menerapkan informasi teknis guna mengatasi tantangan dalam industri manufaktur dengan solusi yang optimal. Rancangan produk memainkan peran penting dalam menyediakan informasi, konsep, dan keterampilan yang memengaruhi karakter produk, daya tariknya bagi pelanggan, serta efektivitas biaya secara keseluruhan (Antony & Arunkumar, 2020)

2.1.3. Indikator Perancangan

Perancangan merupakan suatu proses mendefinisikan ide-ide inovatif dan kreatif dengan memanfaatkan berbagai metode, seperti konsep, tingkat akurasi, serta identifikasi potensi masalah dan keterbatasan yang mungkin muncul selama pengerjaan (Kurniawan, 2022). Proses ini dapat dikategorikan ke dalam beberapa aspek berikut:

1. Penempatan (*locating*)

Penentuan posisi benda kerja harus dilakukan dengan tingkat presisi tinggi untuk memastikan keselarasan jarak antar komponen dalam proses perakitan maupun pencekaman.

2. Pencekaman (*clamping*)

Sistem pencekaman dirancang secara manual dengan menerapkan gaya dorong yang disesuaikan dengan jarak yang telah ditentukan, sehingga benda kerja tetap stabil dan tidak mengalami pergeseran atau jatuh.

3. Penanganan (*handling*)

Desain alat bantu kerja dibuat sesederhana mungkin untuk memudahkan proses penanganan serta memprioritaskan aspek keselamatan kerja dengan menghindari bagian yang memiliki sudut atau sisi tajam.

4. Kebebasan (*clearance*)

Toleransi dalam jarak setiap dimensi atau ruang peletakan benda kerja perlu diperhitungkan dengan cermat guna memastikan kemudahan pengambilan produk setelah diproduksi, terutama untuk komponen berukuran kecil.

5. Material

Material yang digunakan untuk alat bantu kerja umumnya memiliki tingkat kekerasan lebih tinggi dibandingkan benda kerja atau disesuaikan dengan karakteristik material yang sedang digunakan.

Menurut (Siswanto & Arista, 2023) terdapat empat indikator utama dalam proses perancangan produk, yaitu:

1. Rancangan harus memberikan nilai tambah bagi perusahaan.

2. Rancangan harus meningkatkan kualitas produk guna menarik minat serta meningkatkan kepuasan pelanggan.
3. Rancangan harus diproduksi dengan biaya yang efisien untuk mendukung pencapaian keuntungan optimal.
4. Waktu perancangan yang cepat menjadi indikator kesiapan perusahaan dalam menghadapi persaingan pasar.

2.1.4. Perbaikan Proses Produksi

Dalam perbaikan proses produksi terdapat metode untuk mengidentifikasi, menganalisis dan selanjutnya memperbaiki proses guna meningkatkan efisiensi, biaya dan kualitas produk atau layanan. Menurut (Saputra, Lukita, & Al-faritsy, 2020) proses perbaikan terdiri dari enam tahapan utama, yaitu:

1. Mengidentifikasi Masalah Proses Produksi

Langkah awal dalam perbaikan proses adalah menentukan sistem yang terlibat agar upaya perbaikan dapat terfokus pada output. Aktivitas dalam tahap ini mencakup:

- a. Mengidentifikasi output yang dihasilkan.
- b. Mengenali pelanggan yang terlibat.
- c. Mendefinisikan kebutuhan pelanggan.
- d. Mengidentifikasi proses yang menghasilkan output.
- e. Menentukan pemilik proses yang bertanggung jawab.

2. Identifikasi dan Dokumentasi Proses Produksi

Proses ini dapat digambarkan menggunakan alat seperti diagram alir, yang memungkinkan analisis lebih lanjut dengan cara berikut:

- a. Mengidentifikasi pihak-pihak yang terlibat dalam proses berdasarkan nama, jabatan, atau organisasi.
- b. Memberikan gambaran menyeluruh kepada peserta mengenai tahapan proses dan peran masing-masing.
- c. Mendeteksi inefisiensi, pemborosan, serta langkah-langkah yang redundan.
- d. Menyediakan kerangka kerja untuk menentukan parameter pengukuran proses.

3. Mengukur Performansi

Tahap ini bertujuan untuk menilai efektivitas sistem yang berjalan. Evaluasi kinerja dilakukan dengan mempertimbangkan ekspektasi pelanggan melalui tiga tingkatan berikut:

- a. *Proses*
Menentukan aktivitas, variabel, dan operasi dalam proses kerja.
- b. *Output*
Menilai fitur, nilai, dan atribut produk dari dua sisi: karakteristik yang diinginkan pelanggan dan kapabilitas proses.
- c. *Outcome*
Mengukur dampak absolut dari proses, yang berhubungan dengan kepuasan pelanggan.

4. Memahami Mengapa Suatu Masalah Proses Terjadi

Tanpa data yang tepat, akan sulit untuk memahami alasan di balik performansi yang tidak sesuai harapan, yang akhirnya berdampak pada kualitas sistem.

5. Mengembangkan dan Menguji Ide-Ide

Ide untuk perbaikan proses harus fokus pada akar masalah. Sebelum diimplementasikan, ide-ide tersebut perlu diuji terlebih dahulu melalui eksperimen untuk menghindari kegagalan saat diterapkan. Eksperimentasi membantu memastikan efektivitas ide-ide perbaikan.

6. Implementasi Solusi dan Evaluasi

Langkah ini dimulai dengan perencanaan dan implementasi perbaikan yang telah diuji pada langkah sebelumnya. Setelah implementasi, efektivitas perbaikan diukur dan dievaluasi. Informasi yang diperoleh akan digunakan sebagai umpan balik untuk perbaikan berkelanjutan dalam proses.

2.1.5. *Defects Per Million Opportunities (DPMO)*

Defects Per Million Opportunities (DPMO) adalah metrik dalam manajemen kualitas yang digunakan untuk mengukur jumlah cacat dalam satu juta peluang. Metrik ini sering digunakan dalam metodologi Six Sigma untuk mengevaluasi tingkat kualitas suatu proses produksi atau layanan. DPMO membantu dalam memahami seberapa baik suatu proses dapat menghasilkan output yang sesuai dengan standar yang ditetapkan dengan mempertimbangkan semua peluang terjadinya cacat (Firmansyah & Yuliarty, 2020). Untuk melakukan

perhitungan DPMO dapat dilakukan dengan menggunakan tiga komponen utama yaitu:

1. Jumlah cacat (*Defects*): Cacat yang ditemukan dalam suatu proses atau produk.
2. Jumlah unit (*Units*): Jumlah total unit yang diperiksa dalam proses.
3. Jumlah peluang per unit (*Opportunities per Unit*): Banyaknya kesempatan dalam satu unit untuk terjadi cacat.

2.1.6. Design for Manufacture and Assembly (DFMA)

Design for Manufacture and Assembly (DFMA) merupakan metode yang mengintegrasikan dua pendekatan utama, yaitu Design for Manufacturing (DFM) dan Design for Assembly (DFA). DFM berfokus pada perancangan produk dengan biaya produksi yang efisien, sedangkan DFA menitikberatkan pada desain komponen, baik produk maupun alat bantu, untuk mempermudah proses perakitan serta mengurangi biaya manufaktur. Secara umum, DFMA dapat diartikan sebagai teknik perancangan komponen yang mempertimbangkan setiap tahapan manufaktur guna meningkatkan efisiensi, menghasilkan produk berkualitas tinggi dengan biaya dan waktu produksi yang lebih rendah, tanpa mengurangi fungsionalitasnya (Qayyum & Lajis, 2022).

Tiga aktivitas utama yang biasanya diterapkan dalam metode DFMA, sebagaimana dijelaskan oleh Boothroyd (2010) dalam (Zulkarnain & Sirait, 2020) sebagai berikut:

1. Menjadi acuan teknis dan pedoman bagi desainer dalam merancang produk, dengan tujuan mengurangi biaya serta waktu produksi, sekaligus

berfungsi sebagai standar dalam proses perbaikan.

2. Berperan sebagai alat komparatif dalam menganalisis produk pesaing serta memperkirakan tingkat kompleksitas dalam proses manufaktur dan perakitan.
3. Berfungsi sebagai referensi dalam menentukan atau menyesuaikan harga produk saat melakukan negosiasi dengan pelanggan.

Proses perancangan produk umumnya diawali dengan analisis, salah satunya menggunakan pendekatan DFMA. Tahap pertama melibatkan pemilihan atau penentuan konsep desain, kemudian dilanjutkan dengan DFM untuk memperkirakan biaya komponen dan proses manufaktur. Selanjutnya, tahap DFA dilakukan untuk mengoptimalkan desain berdasarkan jumlah komponen produk serta waktu yang diperlukan dalam proses perakitan.

2.2. Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh (Idris & Nawawi, 2022) dengan judul *“Improving The Design of Body Temperature Scanner Using Design for Manufacturing and Assembly (DFMA)”*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi desain awal produk yang sebelumnya sebesar 43,90% mengalami peningkatan hingga 78,20% pada desain baru. Selain itu, waktu operasi pada desain baru mengalami perbaikan, dari 68,29 detik per unit menjadi 34,51 detik per unit. Dari segi biaya operasional, desain awal yang memerlukan RM27,31 berhasil dikurangi menjadi RM13,80.

Penelitian yang dilakukan oleh (Yunus & Susilawati, 2020) dengan judul *“Innovation of Elbow Fixture Welding Process Based on Design for Manufacture*

and Assembly (DFMA)”. Hasil penelitian memperoleh 1) Rancangan alat las siku lama dibandingkan dengan alat baru menunjukkan beberapa perbaikan, seperti dimensi yang lebih kecil sehingga lebih mudah dibawa, sudut kerja las yang lebih fleksibel, dan berat yang lebih ringan; 2) Pemasangan komponen elbow fixture pada proses las yang semula terdiri dari 22 komponen, kini berkurang menjadi 12 komponen; 3) Berdasarkan analisis DFMA, biaya untuk rancangan alat pengelasan siku adalah sebesar Rp 87.953, dengan waktu perakitan dan pembuatan yang memakan waktu 97 menit 47 detik.

Penelitian yang dilakukan oleh (Mohamed & Nawawi, 2022) dengan judul “*Cost Reduction and Design Improvement of Hand Mixer for Baking Using Design for Manufacture and Assembly (DFMA)*”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rancangan awal terdiri dari 32 bagian berbeda dengan total 53 komponen, waktu operasi mencapai 293,54 detik, dan biaya operasi per detik sebesar RM115,76. Sementara itu, pada rancangan baru, jumlah bagian berhasil dikurangi menjadi 27 dengan total 47 komponen, waktu operasi menurun menjadi 223,08 detik, serta biaya operasi per detik berkurang menjadi RM89,23.

Penelitian yang dilakukan oleh (Qayyum & Lajis, 2022) dengan judul “*Design for Manufacturing and Assembly (DFMA) for BBQ Grill Machine* Hasil penelitian menunjukkan bahwa Portable Charcoal Grill for Outdoor 18inch mengalami peningkatan efisiensi desain dari 18,90% menjadi 19,64%. Selain itu, jumlah komponen berkurang sebanyak 4 bagian, dari 47 pada desain awal menjadi 43 pada desain baru. Pengurangan ini turut berdampak pada penurunan biaya produksi, dari perkiraan awal sebesar RM883,39 menjadi RM822,63.

Penelitian yang dilakukan oleh (Zulkarnain & Sirait, 2020) dengan judul “Perancangan Alat Bantu Untuk *Arranging Charger Outer Devices Crash Stop* di PT XYZ”. Berdasarkan hasil penelitian desain alat bantu meningkatkan proses *arranging* dari 38 menjadi 88 proses perhari dan meningkatkan waktu proses dari 9,13 menit menjadi 3.95 menit serta menambah jumlah output dari 7.448 pcs menjadi 17.248 pcs.

Penelitian yang dilakukan oleh (Islahudin & Khoir, 2024) dengan judul “Rancang Bangun Alat Pencampuran Baglog Jamur Tiram Menggunakan Metode *Design for Manufacturing and Assembling (DFMA)*”. Dari hasil penelitian dengan menyimpulkan bahwa mesin ini dapat memenuhi hasil produksi 55 menit dengan menghasilkan 150 Baglog dengan menghilangkan proses pengayakan dengan adanya pemasangan jaring besi dengan ukuran 5 mm, proses pencampuran dan penuangan media tanam baglog jamur tiram menggunakan hasil perancangan mesin yang telah dibuat. Penerapan metode *design for manufacturing and assembly* pada perancangan alat mendapatkan menyederhanakan komponen yang ada di mesin sebelumnya menjadi 12 komponen pada mesin yang telah dibuat.

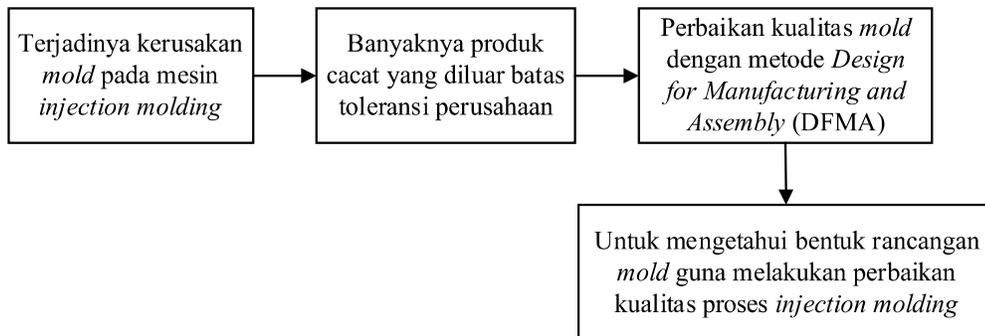
Penelitian yang dilakukan oleh (Siswanto & Arista, 2023) dengan judul “Perancangan Alat Bantu Kerja Pada Proses *Painting Bof Nonflip* Di PT XYZ”. Dari hasil pengujian setelah menggunakan alat bantu dari hasil rancangan didapatkan waktu proses *painting bof nonlip* hanya membutuhkan waktu 3,64 menit untuk satu kali proses pengecatan dengan produk *bof nonlip* sebanyak 20unit dengan total output 1 hari kerja menghasilkan 1.860 unit.

Penelitian yang dilakukan oleh (Nugraha, Ismartaya, Madewa, Nugroho, & Rinanto, 2024) dengan judul “Perancangan *Checking Fixture* Untuk Pengecekan Komponen *Garnish Rear Door Side* Produk PT. XYZ”. Hasil penelitin mendapatkan jenis kecacatan yang paling sering terjadi yaitu *blackspot*, setelah dilakukan Analisa dan Langkah-langkah perbaikan mengikuti metode DMAIC, hasilnya jumlah reject, terutama untuk jenis reject *Black Spot* mengalami penurunan yang cukup *significant*. Juga total reject turun sebesar 0,743%.

Penelitian yang dilakukan oleh (Nofirza, Anwardi, Rika, & Rudini, 2019) dengan judul “Perancangan Fasilitas Kerja Proses Pengelasan yang Ergonomis dengan Menggunakan Metode *Design for Manufacture And Assembly* (DFMA) di Bengkel Las Wen”. Hasil rancangan berupa meja kerja yang memiliki pijakan kaki, tempat kawat las, tempat peletakan material, tempat busur dan ragum dalam satu fasilitas, berdasarkan pengujian diperoleh hasil skor REBA lebih rendah sehingga postur kerja menjadi lebih baik, fasilitas dapat dimanfaatkan untuk mengelas semua produk pada bengkel las dan efisiensinya dibandingkan alat sebelumnya sebesar 35%.

Penelitian yang dilakukan oleh (Ginting & Fattah, 2019) dengan judul “Optimisasi Proses Manufaktur Menggunakan DFMA Pada PT. XYZ”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa DFMA efektif dalam merancang ulang produk guna mempermudah proses manufaktur. Pengembangan yang dilakukan menghasilkan penurunan jumlah material sebesar 78% serta pengurangan tahapan proses produksi hingga 22%.

2.3. Kerangka Berpikir



Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir