

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi *additive manufacturing* dan pencetakan 3D telah mengalami kemajuan yang signifikan dalam tiga dekade terakhir (Lu et al., 2015). Teknologi ini menunjukkan potensi besar untuk perkembangan di masa depan. Walaupun begitu, dampaknya terhadap industri tradisional masih bersifat tidak pasti atau sulit diprediksi. Pencetakan 3D berpotensi mendorong transformasi metode fabrikasi, membawa era baru yang ditandai dengan pencapaian "lima kepastian": kemampuan untuk menggunakan berbagai jenis bahan untuk memproduksi komponen apa pun, dalam jumlah berapa pun, di lokasi mana pun, dan melayani sejumlah sektor industri. Konvergensi teknologi pencetakan 3D dengan proses manufaktur konvensional diperkirakan akan menjadi sumber inovasi dalam materi, desain, dan metode fabrikasi. Teknologi pencetakan 3D diharapkan akan mencapai tingkat signifikan yang sejajar dengan proses manufaktur subtraktif di masa yang akan datang (Lu et al., 2015). Dalam konteks ini, CV. Maju Kawan Technindo merupakan salah satu perusahaan 3D *printing* yang berperan penting dalam membantu perkembangan teknologi ini di antara banyak perusahaan sejenis.

CV. Maju Kawan Technindo merupakan sebuah usaha di bidang teknologi 3D *printing* yang menjalankan proses produksi di sebuah workshop yang dioperasikan dari rumah. Fokus produksi perusahaan ini melibatkan pencetakan 3D untuk menghasilkan produk yang akurat dan presisi sesuai dengan spesifikasi pelanggan. Proses produksi diawali saat ada pesanan dari pelanggan, baik berupa model yang telah disediakan oleh perusahaan maupun model baru yang dikirimkan oleh pelanggan. Perusahaan ini tidak hanya menerima pesanan produk 3D *printing*, tetapi juga menerima pesanan untuk mesin 3D *printing* yang dapat didesain sesuai keinginan pelanggan. Lama waktu produksi di CV. Maju Kawan Technindo dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kuantitas orderan dan waktu produksi yang tersedia. Saat menerima pesanan produk 3D *printing*, operator akan memasukkan *input* program pada mesin 3D *print* yang sedang *idle*. Setelah produk selesai dicetak, operator harus segera mengambil hasil cetakan tersebut sebelum memulai cetakan yang baru. Hal ini penting karena jika cetakan lama tidak diambil, dapat terjadi tabrakan antara cetakan lama dan cetakan yang baru. Oleh karena

itu, operator tidak dapat memprogram cetakan pesanan pelanggan untuk dicetak otomatis setelah *batch* cetakan awal selesai.

Manajemen perusahaan melihat adanya potensi besar untuk memperluas pasar dengan meningkatkan kapasitas produksi. Untuk mewujudkan hal tersebut, perusahaan perlu mencari solusi terkait efisiensi waktu produksi, salah satunya dengan mengurangi *setup time* antar *batch* produksi. Dengan mengurangi waktu yang diperlukan untuk memulai setiap *batch*, perusahaan dapat meningkatkan jumlah produksi dalam waktu yang lebih singkat. Jika permasalahan ini dapat diatasi, maka kapasitas produksi akan meningkat, yang pada gilirannya akan memungkinkan perusahaan untuk memenuhi permintaan pasar yang semakin tinggi. Keberhasilan dalam mengoptimalkan proses produksi ini akan berdampak langsung pada peningkatan profit perusahaan. Namun, kendala muncul karena produksi tidak dapat berlangsung selama 24 jam sehari. Hal ini disebabkan karena pengawasan manusia diperlukan untuk melakukan pengambilan hasil cetakan yang telah selesai, sehingga hal tersebut akan membatasi jumlah produksi pada waktu tertentu. Agar dapat memperluas jangkauan pasar, kapasitas produksi dari perusahaan ini juga harus ditingkatkan demi mengatasi jumlah permintaan yang tinggi.

Manajemen perusahaan menginformasikan bahwa mereka telah menerima permintaan dari pelanggan untuk memproduksi *screw interference* dengan ukuran dan spesifikasi yang sesuai dengan desain pelanggan. Salah satu poin penting dalam permintaan ini adalah keinginan pelanggan untuk menggunakan material PETG pada produk *screw interference* tersebut. Penggunaan material PETG menimbulkan permasalahan terkait presisi dan cacat permukaan pada produk cetakan, yang perlu segera diselesaikan. Jika permasalahan ini tidak dapat diatasi, pelanggan mungkin akan mencari produsen lain yang mampu memenuhi kualitas yang diinginkan, yang pada akhirnya dapat berdampak negatif pada profit perusahaan. Kendala kedua yang ditemukan terkait dengan produk hasil cetakan menggunakan filamen berjenis PETG (Polyethylene Terephthalate) memiliki ukuran yang tidak presisi (cacat permukaan). Setiap bahan baku dengan jenis yang berbeda memiliki pengaturan yang berbeda-beda juga ketika ingin digunakan untuk memproduksi produk cetak 3D. Filamen PETG ini baru digunakan oleh CV. Maju Kawan Technindo sehingga belum memiliki parameter cetak yang teroptimalkan. Belum teroptimalkan yang dimaksud yaitu belum ditemukan parameter temperatur dan kecepatan ekstruder yang sesuai dengan material yang

digunakan. Selain kedua faktor tersebut, masih dimungkinkan adanya parameter lain yang ikut mempengaruhi output cetakan. Oleh karena itu, ketika parameter cetak yang digunakan belum optimal, hasil cetakan akan kurang presisi dan belum sesuai dengan standar kualitas yang diinginkan. Standar kualitas yang diinginkan yaitu memenuhi beberapa kriteria quality control, di antaranya ketepatan ukuran yang sesuai dengan ukuran desain, kekuatan dan ketahanan, dan sebagainya.

Perbaikan atas masalah-masalah ini akan membantu CV. Maju Kawan Technindo meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi, memenuhi permintaan pasar dengan lebih baik, serta membangun reputasi yang lebih baik dalam industri cetak 3D. Keunikan dari topik tugas akhir ini terletak pada fokus untuk mengoptimalkan parameter cetak pada material Polyethylene Terephthalate Glycol (PETG) dalam proses 3D printing. Dengan menggunakan Metode Taguchi untuk Desain Eksperimen, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan presisi hasil cetakan, tetapi juga untuk menghasilkan produk dengan kualitas permukaan yang lebih akurat dan presisi. Pendekatan ini menawarkan solusi yang lebih terarah untuk mengatasi tantangan produksi dengan material PETG yang masih dalam tahap pengembangan di perusahaan, menjadikannya kontribusi penting dalam meningkatkan kualitas cetakan 3D di CV. Maju Kawan Technindo.

1.2. Penelusuran Masalah

Informasi-informasi yang diperoleh dalam penelusuran masalah ini didasarkan pada hasil observasi langsung di lapangan serta wawancara dengan berbagai stakeholder terkait di perusahaan. Melalui observasi, penulis dapat mengidentifikasi permasalahan yang ada dalam proses produksi, sedangkan wawancara dengan pihak-pihak yang terlibat dalam operasional perusahaan memberikan wawasan lebih mendalam mengenai tantangan yang dihadapi, terutama dalam aspek teknis dan kualitas produk. Proses penelusuran ini bertujuan untuk menggali akar permasalahan yang ada, yang nantinya akan dijadikan dasar untuk mencari solusi yang optimal.

Proses produksi di CV. Maju Kawan Technindo sangat tergantung pada jenis produk yang dihasilkan, baik itu produk 3D *printing* beragam model dan bentuk cetak atau pun produksi mesin 3D *printing*. Berikut adalah gambaran proses produksi untuk kedua jenis produk tersebut:

- i. Produk 3D *Printing* dengan Beragam Model dan Bentuk Cetak:

- a. Pemilihan Model dan Desain: Proses dimulai dengan pemilihan model dan desain yang akan dicetak sesuai permintaan pelanggan.
- b. Pemilihan Bahan Baku: Bahan baku yang digunakan dalam proses cetakan adalah filamen *roll* seberat 1 kg. *Roll* filamen akan diganti ketika tersisa sekitar 10 cm atau jika diganti sesuai dengan permintaan pelanggan. Ketersediaan jenis filamen yang tersedia cukup beragam, seperti jenis filamen PLA, ABS, atau filamen PETG.
- c. Proses Cetakan 3D: Setelah model dan bahan baku dipersiapkan, proses cetakan 3D dimulai. Mesin 3D *printing* akan mencetak produk sesuai dengan desain yang dipilih.
- d. Pengujian Kualitas: Setelah produk selesai dicetak, produk akan menjalani pengujian kualitas untuk memastikan bahwa produk sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan. Pengujian tersebut cenderung berfokus pada bentuk dan ukuran hasil cetak yang mana harus sesuai dengan bentuk model.
- e. Pembersihan Produk: Produk yang lulus uji kualitas akan dibersihkan, terutama pada bagian pinggir hasil cetak yang mungkin memiliki material berlebihan.
- f. *Packing* dan Pengiriman: Produk yang telah dibersihkan akan dipersiapkan oleh bagian *packing* untuk dikirimkan kepada pelanggan.

ii. Mesin 3D *Printing*:

- a. Pemesanan Komponen: Proses dimulai dengan pemesanan komponen *part* mesin yang sesuai dengan spesifikasi yang diberikan oleh pelanggan.
- b. Pemasangan Kerangka Mesin: Mesin 3D *printing* akan dirakit, dimulai dari pemasangan kerangka utama mesin hingga komponen pendukungnya.
- c. Merakit Elektronika: Setelah kerangka mesin terpasang, tahap selanjutnya adalah merakit elektronika mesin yang meliputi pemasangan kabel-kabel mesin.
- d. *Setting* Parameter: Setelah mesin selesai dirakit, tim produksi akan melakukan *setting* parameter pada mesin tersebut untuk memastikan bahwa mesin beroperasi sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan oleh pelanggan.
- e. Pengujian dan Demonstrasi: Setelah *setting* parameter selesai, mesin akan diuji untuk memastikan kinerjanya. Selanjutnya, pemilik perusahaan akan pergi ke instansi yang memesan mesin tersebut untuk memberikan demonstrasi tentang cara kerja mesin.

Pada masalah yang pertama, terdapat 3 Stakeholder yaitu manajemen perusahaan, departemen produksi, dan customer atau pelanggan yang saling berkaitan kepentingannya.

Manajemen perusahaan menerima dampak yaitu perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan pasar yang tinggi. Sehingga manajemen perusahaan menginginkan peningkatan kapasitas produksi untuk memenuhi permintaan pasar yang tinggi. *Stakeholder* ini berharap perusahaan dapat meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi waktu henti, dan memperbesar kapasitas untuk memperluas jangkauan pasar dan meningkatkan pendapatan. Selain itu, mereka ingin memastikan bahwa produksi dapat berjalan dengan lancar tanpa terganggu oleh kendala kapasitas.

Selanjutnya departemen produksi mengalami ketidakpastian pekerjaan bagi karyawan, terutama jika produksi menurun dan perusahaan mengambil langkah-langkah seperti menambah jam kerja untuk mengatasi ketidakseimbangan kapasitas. Sehingga departemen produksi menginginkan sistem produksi yang lebih stabil dan dapat diprediksi, dengan kapasitas yang cukup untuk memenuhi permintaan. Tim produksi berharap untuk menghindari ketegangan yang muncul akibat perubahan jam kerja yang tidak menentu dan ingin memiliki waktu kerja yang lebih terstruktur agar karyawan dapat bekerja dengan optimal tanpa merasa terbebani.

Lalu dari pihak pelanggan atau customer mengalami keterlambatan dalam penerimaan produk yang diinginkan karena produk tidak dapat memenuhi jadwal yang telah ditentukan sebelumnya jika terdapat produk cacat pada saat proses produksi berlangsung. Pelanggan menginginkan produk yang diterima tepat waktu sesuai dengan jadwal yang telah disepakati. Pelanggan juga menginginkan kualitas produk yang konsisten dan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Keinginan utama pelanggan adalah kepuasan akan ketepatan waktu dan kualitas produk, sehingga customer tidak perlu mencari produsen lain yang dapat memberikan layanan yang lebih cepat dan tepat waktu.

Dampak-dampak yang ditimbulkan oleh masalah tersebut dapat teratasi jika kapasitas produksi Perusahaan ditingkatkan lagi. Terutama berdasarkan kondisi saat ini dimana Perusahaan mulai dikenal oleh banyak customer. Peningkatan kapasitas produksi dapat membantu Perusahaan dalam strategi perluasan jangkauan pasar nantinya.

Pada masalah kedua, ketiga stakeholder utama manajemen perusahaan, tim produksi, dan pelanggan terkait erat dengan dampak yang ditimbulkan. Manajemen perusahaan akan menerima dampak negatif terhadap reputasi perusahaan, yang dapat mempengaruhi citra merek dan kepercayaan pelanggan terhadap produk yang dihasilkan. Selain itu, masalah ini juga akan berdampak pada kondisi finansial perusahaan, karena terdapat biaya tambahan yang diperlukan untuk melakukan rework pada produk cacat. Oleh karena itu, manajemen perusahaan menginginkan peningkatan kualitas produk untuk menghindari rework yang dapat mempengaruhi biaya dan reputasi perusahaan. Mereka berharap dapat menemukan solusi yang dapat meningkatkan pengendalian kualitas produksi agar produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang diinginkan, sehingga tidak perlu ada tindakan perbaikan yang berulang.

Di sisi tim produksi, mereka akan menghadapi tekanan untuk meningkatkan kualitas produk agar dapat memenuhi standar yang diinginkan. Selain itu, tim produksi juga akan terlibat dalam kegiatan rework, yang tentu menambah beban kerja masing-masing karyawan. Oleh karena itu, tim produksi menginginkan adanya proses produksi yang lebih efisien dan dukungan alat serta prosedur yang memadai untuk memastikan setiap produk dapat diproduksi dengan baik sejak awal. Mereka berharap dapat mengurangi tingkat kesalahan produksi dan rework dengan meningkatkan keterampilan karyawan serta memperbaiki pengaturan parameter produksi yang lebih optimal.

Bagi pelanggan, ketidaksesuaian produk dengan harapan mereka dapat menurunkan tingkat kepuasan dan menyebabkan kekecewaan. Hal ini berisiko membuat pelanggan beralih ke pesaing, mencari produsen yang dapat menjamin kualitas dan ketepatan produk. Pelanggan menginginkan produk yang diterima tepat waktu dan sesuai dengan spesifikasi yang dijanjikan. Oleh karena itu, pelanggan menginginkan peningkatan kualitas produk dan konsistensi dalam waktu pengiriman. Mereka berharap dapat menerima produk dengan standar kualitas yang sesuai dengan kebutuhan mereka tanpa adanya keterlambatan atau kekurangan dalam hal ketepatan ukuran dan kekuatan produk. Semua faktor ini menunjukkan pentingnya perbaikan kualitas untuk menjaga hubungan yang baik antara perusahaan dan pelanggan serta untuk mempertahankan reputasi perusahaan di pasar.

Dalam konteks fokus penyelesaian masalah, prioritas penanganan difokuskan pada permasalahan kedua. Kualitas produk yang dihasilkan memegang peranan krusial dalam mempengaruhi kepuasan pelanggan, sehingga perbaikan kualitas cetakan menjadi prioritas utama. Saat yang sama, pengoptimalan produksi masih dapat dijadwalkan dengan mempertimbangkan waktu produksi untuk *batch* besar. Mengalokasikan produksi produk dalam jumlah besar pada *batch* terakhir, saat pengawas tidak berada di tempat, menjadi strategi yang akan diterapkan sementara waktu untuk memaksimalkan efisiensi produksi dan memastikan hasil cetakan berkualitas optimal. Oleh karena itu, masalah yang berkaitan dengan kualitas hasil cetakan 3D *print* dengan material PETG akan menjadi fokus utama dalam penelitian tugas akhir ini.

Critical success factor (CSF) dari penelitian ini terfokus pada dua aspek utama yang akan menentukan keberhasilan dalam mencapai tujuan penelitian. Pertama, menentukan parameter cetak yang optimal untuk material PETG merupakan kunci utama untuk meningkatkan kualitas produksi. Mengingat PETG merupakan material yang baru digunakan oleh CV. Maju Kawan Technindo, identifikasi parameter cetak yang tepat, seperti suhu dan kecepatan ekstruder, menjadi hal yang sangat penting untuk menghasilkan produk cetakan yang sesuai dengan standar yang diinginkan. Kedua, memastikan produk cetakan memiliki akurasi dan presisi yang tinggi merupakan faktor krusial untuk memenuhi kebutuhan pasar dan memastikan kepuasan pelanggan. Produk dengan akurasi dimensi yang tinggi akan memperkuat reputasi perusahaan di industri 3D printing, serta memberikan solusi yang lebih efisien dan lebih tepat bagi pelanggan. Kedua faktor ini saling berhubungan dan merupakan kunci untuk menciptakan produk cetakan yang tidak hanya memenuhi kebutuhan teknis, tetapi juga meningkatkan daya saing perusahaan di pasar.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan penelusuran masalah sebelumnya, diketahui bahwa CV. Maju Kawan Technindo mengalami masalah pada tingkat kualitas produk hasil *print* yang menggunakan bahan baku filamen PETG.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari tugas akhir ini adalah meningkatkan kualitas hasil cetakan 3D *print* yang menggunakan material bahan baku berupa filamen PETG agar akurat($\pm 1\text{mm}$) dan presisi.

1.5. Batasan Masalah

Adapun beberapa Batasan masalah dalam penyusunan tugas akhir ini.

- a. Perusahaan belum mempunyai standar kualitas berupa kekuatan dan ketahanan dari produk hasil cetak material PETG.

