

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Penelitian Terdahulu

Penggabungan dua teknologi berbeda membutuhkan banyak pertimbangan dan referensi. Setiap teknologi pasti memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Penelitian ini tidak lepas dari penelitian terdahulu yang meneliti tentang *Additive Manufacturing Technology*, *Spin Casting*, metode-metode analisis, dan Material..

Permesinan master akan menggunakan teknologi *rapid prototyping*. Chua (2005) dan Gibson (2010) dalam buku yang ditulis keduanya menjelaskan tentang teknologi *rapid prototyping*. Kedua buku ini menjelaskan tentang berbagai manfaat, kegunaan, keunggulan dan jenis-jenis teknologi *rapid prototyping*. Buku ini menjadi acuan dan perbandingan peneliti dalam menganalisa permesinan *prototype* menggunakan teknologi *additive manufacturing*.

Salah satu teknologi *additive manufacturing* yang termasuk dalam *rapid prototyping* yaitu mesin 3D Object 30 Pro. Peneliti akan menggunakan mesin ini dalam membuat master produk. Mesin ini juga digunakan oleh Gracia (2013) dalam penelitiannya untuk membuat master perhiasan cincin. Mesin *3D Objet 30 Pro* menggunakan teknologi *3D PolyJet*. Teknologi *3D PolyJet* adalah metode manufaktur additive yang dipatenkan oleh *Stratasys*. *Printer 3D* didukung oleh fitur teknologi *PolyJet* fitur teknologi 16 *micron* dengan akurasi setinggi 0,1 mm untuk membentuk permukaan halus, dinding tipis, dan geometri yang kompleks. Ini adalah satu-satunya teknologi yang mendukung berbagai bahan/material dengan sifat dari karet menjadi *rigid* dan transparan menjadi *opaque*. *3D PolyJet* mirip dengan pencetakan dokumen *inkjet*, namun bukannya pengaliran tinta ke kertas tetapi *photopolymer* cair membangun lapisan satu per satu untuk membuat model 3D atau *prototype* dengan sinar *UV*. Teknologi *3D PolyJet* memiliki banyak keuntungan untuk *rapid prototyping*, termasuk kecepatan, kualitas yang unggul, presisi tinggi, sangat beragam bahan yang dapat digunakan, dan kemampuan untuk mencetak beberapa bahan secara bersamaan. *3D PolyJet* menggunakan *software Objet Studio* untuk membangun model 3D yang akurat serta secara otomatis mengubah *file STL* dan *SLC* dari berbagai aplikasi CAD 3D menjadi bagian *3D modeling*.

Produk akhir akan dibuat dengan proses *spin casting*, Wibisono (2007) telah melakukan penelitian tentang *silicone rubber* dimana *silicone rubber* menghasilkan hasil casting yang presisi membentuk produk dan murah dalam pembuatan cetakan. *Silicone Rubber* adalah material berbahan dasar karet yang telah diolah sedemikian rupa sehingga memiliki keadaan dasar bersifat *liquid* atau menyerupai cairan. Dengan penambahan *hardener* karet cair akan membeku setelah beberapa saat hingga beberapa hari tergantung konsentrasi pencampurannya (Khan & Poh, 2011). *Silicone Rubber* menjadi material utama dalam pembuatan cetakan produk dengan *spin casting*.

Andika (2010) mengangkat tema *prototype souvenir desk clock* UAJY dengan teknologi *spin casting*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Fishbone diagram*, *Seven New QC Tools*, *Arrow diagram*, dan *PDPC*. Metode tersebut dapat menghasilkan *souvenir desk clock* UAJY dengan cacat minimal dan tekstur sesuai pola.

Wilberth (2013) merupakan jurnal internasional yang berisikan tentang penelitian optimasi secara numeris parameter-parameter yang ada pada proses *spinning casting* agar tercapai kualitas hasil proses yang optimal. Parameter-parameter tersebut yaitu *rotational speed*, panjang *runner*, diameter *runner*, *casting temperatur*, *casting time*, dan *disk closing pressure*

2.2. Penelitian Sekarang

Tugas akhir ini berisi tentang hubungan proses permesinan antara teknologi *Additive Manufacturing* dan *Spincasting*. Penelitian ini akan membuktikan bahwa *prototype* yang dihasilkan oleh mesin 3D Objet 30Pro dapat diteruskan untuk membuat pola cetakan yang akan digunakan pada proses *spin casting*. Kecepatan dalam proses produksi juga diharapkan menghasilkan biaya produksi yang rendah.

2.3. Dasar Teori

2.3.1. Brainstorming

Metode brainstorming adalah salah satu metode yang digunakan untuk memunculkan ide kreatif. Ide kreatif ini tidak muncul dengan mudah, tetapi terlebih dahulu dimulai dengan adanya cara berfikir kreatif. Metode brainstorming dianggap paling baik untuk melanjutkan ide atau untuk mencari dan meningkatkan jumlah alternatif yang akan diuji.

Brainstorming dapat merangsang timbulnya pemikiran-pemikiran baru dan berguna untuk mendapatkan ide-ide cemerlang dalam waktu minimum. Meskipun brainstorming pada umumnya dilakukan oleh sebuah kelompok atau tim, namun perlu diperhatikan bahwa brainstorming dapat pula dilakukan secara individu.

Brainstorming secara efektif melibatkan seluruh anggota kelompok karena brainstorming menggunakan baik fungsi kreatif, intuitif, logika, dan analitis dari pikiran. Ketika orang mengerjakan proses brainstorming secara kreatif dan intuitif akan menghasilkan ide-ide awal dan secara logika analitis akan mengkombinasikan ide-ide tersebut atau memilahnya menjadi beberapa komponen. Oleh karena itu, brainstorming menggunakan kedua kemampuan (kreatif dan intuitif) tersebut. Setiap anggota kelompok dapat memberikan kontribusi. Keterlibatan, dan antusiasme mereka yang sangat diperlukan. Untuk dapat menerapkan brainstorming secara tepat, diperlukan tahapan-tahapan sebagai berikut:

- a. Bentuk sebuah tim yang beranggotakan kurang lebih tiga sampai delapan orang dari berbagai latar belakang ilmu pengetahuan, ketrampilan, dan bagian yang diperlukan untuk mengidentifikasi berbagai permasalahan.
- b. Uraikan permasalahan dan tuliskan dalam berbagai sudut pandang anggota tim. Buatlah formulasi yang jelas dan ekspresikan dalam sebuah pertanyaan. Pastikan bahwa semua anggota tim memahami permasalahannya, tetapi tidak memberikan penjelasan secara terperinci, karena hal ini dapat mengganggu proses brainstorming berikutnya.
- c. Ungkapkan setiap permasalahan dan buatlah pertanyaan, mulailah dengan yang paling penting atau yang harus segera diselesaikan.
- d. Mintalah orang lain untuk memberikan respon dengan mengikuti aturan sebagai berikut tidak mengevaluasi ide tim, tidak mengevaluasi ide orang lain, dan tidak menafsirkan ide orang lain.
- e. Partisipan merespon dalam dua tahap, yaitu : partisipan menuliskan idenya secara sendiri-sendiri. Setiap respon harus ditulis secara singkat, dan dalam bentuk "subject-action verb- object". Perlu diperhatikan bahwa menghilangkan

subjek atau kata kerja dapat menghilangkan subjek atau kata kerja dapat menghilangkan kebingungan atau menyulitkan. Selanjutnya individu menyatakan idenya kepada anggota kelompok sehingga dapat diketahui oleh semua anggota kelompok.

- f. Mintalah secara individu untuk mengkomunikasikan ide mereka melalui dua cara, yaitu : mengemukakan atau menyatakan Ide-ide secara terstruktur agar memberikan semangat kepada anggota untuk berpartisipasi seperti yang mereka inginkan, tidak terstruktur untuk meminimalkan ide yang tidak terungkap atau paling tidak untuk mereka yang tidak banyak bicara.
- g. Teruskan brainstorming sebagai sebuah kelompok dan buatlah mereka saling mengemukakan ide baik secara terstruktur maupun tidak terstruktur.
- h. Ikuti brainstorming awal dan lakukan tes dari setiap respon untuk mengetahui pemahaman dan relevansinya. Kuncinya adalah bagaimana menggerakkan respon yang relevan terhadap permasalahan. Jika anggota tim menginginkan, perhatian respon-respon yang lain untuk referensi dimasa mendatang.
- i. Tanyalah mereka (anggota tim) mengenai apa yang mereka rasakan saat brainstorming
- j. Ketik hasil akhirnya.

Aplikasi brainstorming sangat tepat digunakan jika menginginkan hal-hal berikut :

- a. Menghasilkan pemikiran baru secepat mungkin.
- b. Mendapatkan keterlibatan kelompok, sehingga dapat menggerakkan semua orang untuk memberikan kontribusi dan mendukung keputusan akhir.
- c. Mengidentifikasi permasalahan atau topik diskusi.
- d. Mencari suatu masalah yang tepat.
- e. Mendapatkan suatu hasil yang memuaskan.
- f. Menetapkan pernyataan tujuan yang tepat.
- g. Mencari penyebab yang mungkin menimbulkan permasalahan.
- h. Mencari pemecahan yang mungkin dapat diterapkan atas suatu masalah.

2.3.2. FGD (Focus Group Discussion)

FGD secara sederhana dapat didefinisikan sebagai suatu diskusi yang dilakukan secara sistematis dan terarah mengenai suatu isu atau masalah tertentu. Irwanto (2006) mendefinisikan FGD adalah suatu proses pengumpulan data dan informasi yang sistematis mengenai suatu permasalahan tertentu yang sangat spesifik melalui diskusi kelompok.

Langkah–langkah pelaksanaan *Focus Group Discussion* ini dipaparkan sebagai berikut:

- a. Proses ini diikuti oleh tim kreatif dengan latar belakang ilmu pengetahuan dan ketrampilan yang berbeda agar dapat mengidentifikasi permasalahan yang ada.
- b. Permasalahan yang akan dibahas dalam FGD ini adalah menyaring hasil *brainstorming* agar didapat alternatif–alternatif yang sesuai untuk perancangan produk souvenir artistik.
- c. Alternatif yang dipilih disesuaikan berdasarkan latar belakang yang kompeten dari masing–masing anggota tim kreatif yang diikuti dalam proses ini.
- d. Proses FGD diakhiri dengan membacakan kembali ide yang telah disetujui dan dipilih.

2.3.3. Additive Manufacturing

Additive manufacturing adalah sebuah proses pembuatan benda tiga dimensi dari model digital. Proses percetakan 3D membuat sebuah produk dengan menggunakan proses additif, dimana dengan menambahkan bahan-bahan dasar secara bertahap sesuai dengan bentuk model digital/CAD yang telah ditetapkan. Istilah *additive manufacturing* mengacu pada teknologi yang membuat suatu produk dengan proses layer-per-layer hingga membentuk suatu bentuk produk.

Proses tersebut mengambil data virtual blueprint dari *Computer Aided Design (CAD)* menjadi data digital untuk mesin yang turut digunakan dalam pencetakan. Bergantung pada mesin yang digunakan, material atau bahan membangun data *platform/tray* sampai pengikat *layering* selesai dan model 3D akhir telah dicetak. Data standar sebagai penghubung dari software CAD ke mesin adalah data yang berformat STL atau SLC.

Mesin membaca desain dari file STL dan meletakkan lapisan berturut-turut cair, bubuk, kertas atau bahan lembar untuk membangun model dari serangkaian penampang. Lapisan ini, yang sesuai dengan penampang virtual dari model CAD, yang bergabung bersama-sama atau secara otomatis menyatu untuk menciptakan bentuk akhir. Keuntungan utama dari teknik ini adalah kemampuannya untuk membuat hampir semua bentuk atau fitur geometris.

2.3.4. Printer 3D OBJET 30 Pro

Objet 30 Pro adalah printer 3D (salah satu *additive manufacturing technology*) yang menggabungkan akurasi dan fleksibilitas mesin prototyping dengan *footprint* kecil printer desktop biasa.

Objet30 Pro merupakan *system printer 3D* yang mampu menciptakan model desain dalam bentuk 3D dengan menggunakan bentuk data CAD 3D yang pada umumnya digunakan para pembuat desain/desainer yaitu file dengan ekstensi STL dan SLC

2.3.5. Vulcanizing

Vulcanizing adalah proses pematangan material *rubber* menjadi kondisi siap pakai. Pada penelitian ini proses ini merubah material silicone rubber mentah menjadi *mold* siap pakai untuk pengecoran *spin casting*.

2.3.6. Spin Casting

Spin casting adalah salah satu teknik pengecoran memproduksi komponen logam maupun plastik dengan cepat dari master model yang ada. Proses ini sangat cocok untuk pembuatan *die casting part* karena pembuatan *dies* yang normalnya sangat memakan waktu dan mahal.

2.3.7. Silicone Rubber

Pada *spin casting*, material cetakan yang digunakan adalah silicone rubber. *Silicone rubber* adalah bahan yang fleksibel. *Silicone rubber* dapat dengan mudah terbentuk di sekitar model master sehingga pembuatan cetakan akan cepat dan mudah untuk terbentuk.

2.3.8. Weighted Objective

Weighted Object adalah metode yang digunakan untuk memberikan penilaian dari alternatif pilihan yang telah didapat, sehingga diperoleh pilihan terbaik yang sesuai dengan atribut yang ada. Metode *Weighted Objective* ini menyediakan peralatan untuk memperkirakan dan membandingkan alternatif perancangan yang menggunakan perbedaan pembobotan obyektif. Metode ini menetapkan pembobotan numerik untuk obyektif dan nilai numerik untuk melaksanakan alternatif perancangan yang diukur terhadap obyektif. Tujuan metode ini adalah untuk membandingkan nilai-nilai kegunaan usulan perancangan alternatif pada

basis melaksanakan terhadap perbedaan pembobotan obyektif. Langkah-langkah dalam pemilihan menggunakan metode *Weighted Objective* adalah:

- a. Daftarkan tujuan dari pemilihan yang akan dibuat.
- b. Golongkan urutan daftar tujuan dari pemilihan.
- c. Berikan Hubungan kepentingan pada tujuan.
- d. Menetapkan parameter pelaksanaan atau nilai kegunaan untuk masing-masing tujuan.
- e. Menghitung dan membandingkan nilai kegunaan relatif perancangan alternatif.

Skala yang biasa digunakan adalah skala 5 titik (0 - 4), skala 9 titik (0 - 8) dan skala 11 titik (0 - 10) dengan penilaian dari paling buruk ke paling baik. Tabel 3.1 menampilkan performansi skala untuk 11 titik dan 5 titik. (Cross, N., 1994)

Tabel 2.1. Skala 11 Titik dan 5 Titik

<i>Eleven Point Scale</i>	<i>Meaning</i>	<i>Five Point Scale</i>	<i>Meaning</i>
0	<i>Totally useless solution</i>	0	<i>Inadequate</i>
1	<i>Inadequate solution</i>		
2	<i>Very poor solution</i>	1	<i>Weak</i>
3	<i>Poor solution</i>		
4	<i>Tolerable solution</i>	2	<i>Satisfactory</i>
5	<i>Adequate solution</i>		
6	<i>Satisfactory solution</i>		
7	<i>Good solution</i>	3	<i>Good</i>
8	<i>Very Good solution</i>		
9	<i>Excellent</i>	4	<i>Excellent</i>
10	<i>Perfect or ideal</i>		

2.3.9. Fishbone Diagram

Diagram tulang ikan atau *fishbone diagram* adalah salah satu metode/tool di dalam meningkatkan kualitas. Sering juga diagram ini disebut dengan diagram sebab-akibat atau *cause effect diagram*. Penemunya adalah seorang ilmuwan jepang pada tahun 60-an bernama Dr. Kaoru Ishikawa, ilmuwan kelahiran 1915 di Tokyo Jepang yang juga alumni teknik kimia Universitas Tokyo. Metode tersebut awalnya lebih banyak digunakan untuk manajemen kualitas yang

menggunakan data *verbal (non-numerical)* atau data *kualitatif*. Dr. Ishikawa juga ditenggarai sebagai orang pertama yang memperkenalkan 7 alat atau metode pengendalian kualitas (*7 tools*), yakni *checksheet, fishbone diagram, control chart, stratification, histogram, scatter diagram, pareto chart*.

Dikatakan Diagram *Fishbone* (Tulang Ikan) karena memang berbentuk mirip dengan tulang ikan yang moncong kepalanya menghadap ke kanan. Diagram ini menunjukkan sebuah dampak atau akibat dari sebuah permasalahan dengan berbagai penyebabnya. Efek atau akibat dituliskan sebagai moncong kepala, sedangkan tulang ikan diisi oleh sebab-sebab sesuai dengan pendekatan permasalahannya. Dikatakan diagram *Cause and Effect* (Sebab dan Akibat) karena diagram tersebut menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat. Berkaitan dengan pengendalian proses statistik, diagram sebab-akibat dipergunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu.

Ishikawa telah menciptakan ide cemerlang yang dapat membantu dan memampukan setiap orang atau organisasi/perusahaan dalam menyelesaikan masalah dengan tuntas sampai ke akarnya. Kebiasaan untuk mengumpulkan beberapa orang yang mempunyai pengalaman dan keahlian memadai menyangkut masalah yang dihadapi oleh perusahaan. Semua anggota tim memberikan pandangan dan pendapat dalam mengidentifikasi semua pertimbangan mengapa masalah tersebut terjadi. Kebersamaan sangat diperlukan di sini, juga kebebasan memberikan pendapat dan pandangan setiap individu. Jadi sebenarnya dengan adanya diagram ini sangatlah bermanfaat bagi perusahaan, tidak hanya dapat menyelesaikan masalah sampai akarnya namun bisa mengasah kemampuan berpendapat bagi orang-orang yang masuk dalam tim identifikasi masalah perusahaan yang dalam mencari sebab masalah menggunakan diagram tulang ikan.