

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai keterkaitan antara penelitian dilakukan penulis dengan penelitian yang terdahulu, agar penelitian yang dilakukan memiliki landasan yang kuat.

##### 2.1.1. Penelitian Terdahulu

Abdullahi, Y. dan Embi, M.R.B. (2015) dalam jurnal *Evolution of Islamic Geometric Patterns* telah mengatakan pada abad ini Relief *Islamic* banyak digemari oleh kalangan muslim menengah atas untuk menghiasi bermacam-macam bangunan seperti rumah pribadi, masjid, restoran, kubah, menara, dinding, dan bangunan lainnya. Permasalahan pada perusahaan keramik pada saat ini adalah kurangnya engineer yang dapat memenuhi desain permintaan konsumen dengan cepat dan tepat. Berbagai – macam jenis dan bentuk keramik dinding dengan ornamen sulit untuk dirangkai/ dirakit dengan waktu yang cepat. Desain dengan menggunakan *CAD* bukan hanya mempercepat proses desain, tetapi juga memberikan imajinasi pada desainer sebuah ruang bebas untuk menjelajahi atau membuat desain yang kompleks.

Ornamen Islam adalah elemen yang menghubungkan arsitektur dan agama yang tenang, dimengerti, terstruktur dan sangat spiritual dari segi seni dan arsitektur Islam. Arsitektur *Islamic* menarik terutama pola geometrinya yang terinspirasi dari budaya lokal dan terdapat sejarah di dalamnya. Hampir semua ornamen *Islamic* berasal dari lingkaran dan didasarkan pada template dari grid lingkaran (R. Othman dan Z.J. Zainal – Abidin, 2001). Beberapa peneliti menyatakan bahwa penggunaan lingkaran adalah mengungkapkan persatuan Islam (Critchlow, 1976). Menurut doktrin ini, lingkaran dan pusat adalah titik dimana semua pola Islam dimulai; lingkaran adalah simbol agama yang menekankan Satu Allah dan peran Mekkah yang merupakan pusat Islam kearah mana semua Muslim berdoa, seperti yang disebutkan oleh Ahmed Fathi (2015).

Dalam proses manufaktur keramik, pembuatan master cetakan keramik menggunakan bahan *gypsum*. *Gypsum* memiliki sifat sebagai berikut : rapuh terhadap proses bending bolak-balik, mudah dibentuk, tahan terhadap suhu panas ( $\pm 150^{\circ}\text{C}$ ) dan mudah menyerap air (Rizqolnadi, 2010). Proses permesinan

*gypsum* merupakan suatu proses pengerjaan atau pembuatan benda kerja sesuai dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan dengan cara memotong bagian-bagian tertentu atau membuang sebagian benda kerja tersebut. *Gypsum* ini berupa material cetakan berbentuk segi empat.

Anggoro, P.W & dan Sujatmiko, I. I. (2015) dalam jurnalnya di PT. Doulton Indonesia yang bergerak pada industri peralatan makan keramik manufaktur untuk merek internasional, yang sekarang mengembangkan *Low Sag Body* sebagai bahan baru. *Low Sag Body* memiliki 2 tujuan untuk bahan efisiensi dan setter. Masalah penelitian ini adalah bagaimana untuk menemukan desain baru yang sesuai dengan karakteristik *Low Sag Body*. *Reverse Engineering* biasanya digunakan untuk merancang dan memodifikasi produk berdasarkan produk yang ada. Dalam penelitian metode *Reverse Engineering* ini dibutuhkan peralatan CMM (*Coordinate Measuring Machine*) untuk mendapat data item piring CNN diameter 220 mm, dan mengubah data fisik ke data elektronik yang dapat diproses di software CAD-Power Shape 2015. Output dari penelitian ini adalah desain model baru, cetakan sebagai master, dan biscuit *prototype* item piring CNN diameter 220 mm yang memiliki bentuk *rolledge*.

Visy, Wijayanto (2016) melakukan penelitian mengenai metode *Reverse Engineering (RE)* dalam pembuatan desain ornamen keramik dinding *Islamic* di Masjid Al-Huda (Studi kasus PT. Nuanza Porcelain Indonesia). RE merupakan teknologi terkini untuk melakukan pengembangan produk. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sokovic, M., & Kopac, J. (2006) menerangkan pentingnya *reverse engineering* pada suatu produk dikarenakan tidak tersedianya data CAD. Aplikasi *RE* pada industri mold dapat dipergunakan untuk memperbaiki  *mold* yang telah rusak, produk inovasi baru dan atau komponen yang rusak. Mereka juga menjelaskan bahwa terdapat dua metode pengembangan produk yaitu konvensional dan non-konvensional. Pengembangan produk konvensional diawali dengan pembuatan geometri awal sebuah produk untuk membentuk surface atau solid pada perangkat lunak *CAD* yang tersedia. Setelah Proses *RE* dilakukan dan mendapatkan model *CAD* yang mendekati benda asli maka model tersebut dapat di realisasikan dengan membuat *prototype*. Untuk penghematan waktu serta tenaga dalam pembuatan *prototype* ini dapat digunakan teknologi *Rapid Prototyping*. Output dari penelitian ini adalah berupa beberapa new desain 3D model ceramic dinding dengan varian ornamen *Islamic*,  *mold* sebagai master pola cetakan, dan *prototype* ceramic dinding yang didesain.

Tan Wijaya, A.R. (2017) melakukan penelitian dengan judul “Pendekatan *Reverse Engineering* dari 3D Meshes ke 3D CAD/CAM pada *Miranda Kerr Tea For One Teapot* di PT. Doulton” penelitian ini tentang penggunaan metode *RE* untuk mendapatkan data 3D CAD dan 3D CAM dari 3D meshes produk *tableware* fisik tanpa adanya gambar teknik dengan teknologi 3D scanner dan *CMM*. Penelitian ini termasuk ke dalam *Problem-Solving Research* dengan lingkup permasalahan adalah perancangan dan instalasi. Hal ini ditunjukkan bahwa saat ini *Miranda Kerr Tea for One Teapot* sedang dalam proses *making* untuk memenuhi permintaan konsumen di UK yang juga sebagai *stage of the art* dari penelitian ini.

Gunadi (2017) melakukan penelitian dengan judul “Analisis *Reverse Engineering* pada Ornamen *Islamic* di Industri Keramik Dinding (dari .JPG sampai RP Model)” menggunakan metode *Reverse Engineering* yang melakukan proses desain dengan dimulai dari foto dan memakai vektor-vektor untuk membuat gambar desain, kemudian mencari variasi 3D yang optimal supaya saat dibuat cetakan mold bisa terangkat dan saat dirangkai seperti *puzzle* bisa presisi ukurannya. Hasilnya adalah terdapat 3 desain yang dibangkitkan dari foto dalam bentuk .jpg menjadi part – part keramik dinding berornamen *Islamic* dengan sudut relief yang berbeda – beda.

Kurniawan (2017) melakukan penelitian dengan judul “Analisis Proses Manufaktur pada Aplikasi *Reverse Engineering* di Industri Keramik Dinding” mengenai pengukuran penyusutan dari *Rapid Prototyping* model ke *core cavity*, dari *core cavity* ke *clay*, dan *clay* ke hasil bakar produk keramik dinding berornamen *Islamic* dengan material campuran *stoneware* dan porcelain. Pengukuran ini untuk membuktikan bahwa dari proses ke proses sampai menjadi produk keramik mengalami penyusutan sebesar 15%.

Suleman (2017) melakukan penelitian dengan “Optimasi *Toolpath Strategy* dengan *Computer Aided Manufacturing (CAM)* di Mesin CNC pada Master Produk Keramik Dinding” mengenai *toolpath strategy* permesinan menggunakan mesin CNC YCM EV1020A pada Laboratorium Proses Produksi UAJY untuk menghasilkan *toolpath strategy* untuk mendapatkan waktu yang maksimal pada machining master produk keramik menggunakan material *gypsum* berbentuk balok.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan seperti diatas, penelitian yang dilakukan oleh Visy, Wijayanto (2016) telah berhasil menerapkan metode *RE* untuk mendesain keramik dinding berornamen *Islamic* sampai pada tahap

pembuatan pola master cetakan, namun masih terdapat beberapa kendala yang dihadapi dalam pembuatan pola master cetakan. Kendala tersebut kemudian dijadikan acuan sebagai penelitian sekarang, yaitu hasil pola master cetakan tidak presisi sehingga saat pembuatan pola master cetakan tidak mampu mencetak, sehingga cetakan keramik dinding dengan bahan *gypsum* tersebut menyangkut pada master pola cetakan. Berdasarkan kendala yang dihadapi oleh Visy, Wijayanto (2016), serta masukan dari pihak PT. NPI maka penelitian sekarang diharap mampu melanjutkan dan mengembangkan desain keramik dinding berornamen *Islamic*. Desain keramik dinding berornamen *Islamic* yang dibuat dibagi menjadi 2 sudut untuk menghindari adanya master pola cetakan yang menyangkut pada cetakan. Sudut yang dipakai yaitu sudut kemiringan relief yaitu 80° dan 85°.

### **2.1.2. Penelitian Sekarang**

Penelitian sekarang dilakukan pada satu perusahaan yaitu Laboratorium Proses Produksi Universitas Atma Jaya Yogyakarta dan PT. Nuanza Porcelain Indonesia yang terletak di Dukuh Dedegan RT.02 RW.07 Desa Ngadirojo Ampel Boyolali 57352 Jawa Tengah. Perusahaan ini bergerak pada bidang keramik. Keramik yang diproduksi ada bermacam – macam yaitu keramik dinding, *tableware*, dan lain-lain. Peneliti menggunakan metode *Desain For Manufacturing (DFM)* untuk mendapatkan susunan pola desain keramik dinding berornamen *Islamic* dengan tipe *puzzle* dari beberapa alternative desain, serta biaya proses desain dan manufaktur secara tepat, dengan telah adanya metode *Reverse Engineering* yang telah dilakukan oleh rekan tim sehingga dapat mempercepat proses desain master produk dari keramik dinding berornamen *Islamic*. Metode *Reverse Engineering* telah digunakan oleh Anggoro, P.W & dan Sujatmiko, I. I. (2015), Visy, Wijayanto (2016), Tan Wijaya (2017), Gunadi (2017), dan Kurniawan (2017) dalam pengerjaan penelitiannya. *Reverse Engineering* digunakan untuk mendapatkan data 3D *CAD* tanpa menggunakan gambar teknik. Visy, Wijayanto (2016), Tan Wijaya (2017), Gunadi (2017), dan Kurniawan (2017) mengimplementasikan metode ini untuk produk keramik. Implementasi *Reverse Engineering* diharapkan akan membuat pengerjaan master produk keramik dinding berornamen *Islamic* selesai lebih cepat menjadi hitungan hari dibanding dengan menggunakan metode konvensional yaitu menggunakan tangan (*handmade*). Dengan adanya metode *Reverse Engineering* ini, tentunya biaya produksi juga berbeda dengan menggunakan metode konvensional. Dengan

demikian, penelitian ini tentang penggunaan metode *Desain For Manufacturing (DFM)* yang bertujuan untuk menghasilkan produk keramik dinding berornamen *Islamic* dengan meminimalkan biaya produksi tanpa mengurangi kualitas produk. Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan yang akan dibahas adalah bagaimana mendapatkan susunan pola desain keramik dinding berornamen *Islamic* dengan tipe *puzzle* dari beberapa alternative desain, serta biaya proses desain dan manufaktur secara tepat.

## **2.2. Dasar Teori**

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai keramik, proses pembentukan keramik, ornamen islam, alur produksi keramik dinding, *design for manufacturing (DFM)*, karakteristik material, perhitungan total biaya produksi.

### **2.2.1. Keramik**

Keramik adalah cakupan untuk semua benda yang terbuat dari tanah liat (lempung) yang mengalami proses panas / pembakaran sehingga mengeras. Kata keramik berasal dari bahasa Yunani Kuno yaitu “Keramos” yang berarti tanah liat (Myers, 1969:429). Keramik merupakan benda yang banyak dijumpai pada kegiatan sehari-hari. Keramik memiliki bermacam-macam jenis sesuai kebutuhan, antara lain: kebutuhan rumah tangga (*tile, bricks*), industri (*refractory*), teknologi ruang angkasa, dan lain sebagainya. Industri keramik bermula pada masa 4500 sebelum masehi di daerah Shanxi di negeri Cina. Di Indonesia, keramik sudah dikenal sejak jaman Neolithikum, pada 2500 SM-1000 SM. Manusia pada jaman itu menggunakan keramik untuk senjata dan gerabah. Sifat yang umum dan mudah dilihat secara fisik pada banyak jenis keramik adalah rapuh (*brittle*), hal ini dapat dilihat pada keramik jenis tradisional seperti barang pecah belah, gelas, kendi, gerabah dan sebagainya. Sifat lainnya adalah tahan suhu tinggi, keramik yang berbahan *clay, flint* dan *feldspar* tahan sampai suhu 1200°C sedangkan keramik oksida mampu tahan sampai dengan suhu 2000°C. Kemudian sifat selanjutnya adalah kekuatan tekan tinggi, sifat ini merupakan salah satu faktor yang membuat penelitian tentang keramik terus berkembang.

### **2.2.2. Proses Pembentukan Keramik**

Proses pembentukan keramik terdapat beberapa teknik, mulai dari yang sederhana, hingga kompleks dan rumit dalam membentuk benda keramik. Tanah liat dalam bentuk lumpur padat dibentuk sesuai kebutuhan dan fungsi benda. Berikut adalah teknik – teknik yang ada dalam pembuatan keramik :

a. *Pinching*

Teknik *pinching* merupakan bahasa Inggris yang dalam bahasa Indonesia artinya pencet/ pijat. Teknik pinching merupakan teknik membuat keramik dengan cara membuat tanah liat langsung menggunakan tangan. Tujuan dari penggunaan teknik ini adalah agar tanah liat lebih padat dan tidak mudah mengelupas sehingga hasilnya akan tahan lama.

b. *Coiling*

Teknik *coiling* merupakan bahasa Inggris yang dalam bahasa Indonesia artinya pilin. Teknik *coiling* merupakan teknik membuat keramik dengan cara membentuk tanah liat dengan bentuk dasar tanah liat yang dipilin atau dibentuk seperti tali. Cara melakukan teknik ini adalah segumpal tanah liat dibentuk pilinan dengan kedua telapak tangan. Ukuran tiap pilinan disesuaikan dengan kebutuhan. Kemudian, pilinan tanah liat tersebut disusun secara melingkar. Biasanya teknik coiling digunakan untuk membuat benda – benda besar.

c. *Slabing*

Teknik *slabing* merupakan bahasa Inggris yang dalam bahasa Indonesia artinya lempeng. Teknik *slabing* merupakan teknik yang digunakan untuk membuat benda gerabah dengan permukaan rata. Teknik ini diawali dengan pembuatan lempengan tanah liat dengan menggunakan rol penggilas. Rol penggilas ini biasanya terbuat dari kayu. Lempengan digunakan untuk membuat karya keramik yang berbentuk persegi atau silinder.

d. *Throwing*

Teknik *throwing* adalah teknik pembuatan keramik dengan memerlukan alat bantu berupa alat putar. Teknik ini ditemukan oleh orang Sumeria pada 5000 SM, saat ditemukannya roda. Tanah liat yang digunakan adalah yang plastis dan lumat. Teknik ini diawali dengan menaruh segumpal tanah liat di tengah – tengah meja putar kemudian dibentuk sesuai keinginan. Teknik *throwing* biasanya menghasilkan benda berbentuk bulat atau silindris.

e. *Casting*

Teknik *casting* adalah teknik cor/ tuang, dengan menggunakan alat acuan cetak. Teknik *casting* berkembang sejalan dengan keberhasilan Eropa, menyempurnakan teknik rekayasa tanah porcelain di abad ke-18. Tanah liat yang digunakan dalam teknik ini adalah tanah liat yang cair. Cetakan ini terbuat dari *gypsum*. Bahan *gypsum* dipakai karena dapat menyerap air lebih cepat sehingga tanah liat menjadi cepat kering.

### **2.2.3. Ornamen Islam**

Ornamen merupakan dekorasi yang digunakan untuk memperindah bagian dari sebuah bangunan atau objek. Seni ornamen Islam adalah bentuk dekorasi artistic yang terdiri dari “dekorasi permukaan” (berdasarkan pola *linier* bergulir dan berirama) atau garis lurus. Ornamen ini biasanya dari pola tunggal yang bisa “disusun berpetak” atau disusun berulang-ulang dan sebanyak yang dikehendaki. Keramik dinding sering dijumpai hampir pada setiap *interior* bangunan seperti hotel, restoran, museum, perumahan elit, hingga tempat ibadah sebagai hiasan yang menonjolkan karakter bangunan tersebut. Karakter tersebut ditunjukkan dengan adanya ornamen yang menghiasi dinding. Ornamen-ornamen ini pada umumnya didesain sesuai dengan sejarah atau filosofi perkembangan yang akan didesain. Ciri ornamen Islam tampak pada : daun, batang, bentuk palm, bunga dan tunas dari daun maupun bunga (Praptopo Sumitro 1984).

### **2.2.4. Alur Produksi Keramik Dinding**

Alur produksi pembuatan keramik dinding secara umum memerlukan 3 jenis material yaitu tanah liat, *gypsum* kuning dan *gypsum* putih. Tanah liat digunakan pada pembuatan master produk. *Gypsum* putih digunakan dalam pembuatan *mold*, karena mempunyai sifat cepat mengeras, dan tahan lama (tanpa pembakaran). Setelah *mold* dibuat, *gypsum* kuning digunakan dalam proses *casting* ke dalam *mold*. Dalam waktu kurang lebih 30 menit *mold* dapat dibuka dan diambil produk hasil casting di dalamnya, setelah itu dilakukan proses pembersihan *scrap* atau sisa-sisa bahan yang menempel pada garis samping produk. Pewarnaan keramik dilakukan setelah proses pembersihan, setelah itu dipanaskan dalam suhu  $\pm 1200^{\circ}\text{C}$ .

### **2.2.5. Design For Manufacturing (DFM)**

Ulrich (2001) menyatakan bahwa biaya manufaktur merupakan penentu utama dalam keberhasilan ekonomis dari produk. Secara ekonomis, rancangan yang berhasil tergantung dari jaminan kualitas produk yang tinggi, sambil meminimasi biaya manufaktur. DFM adalah suatu metode untuk mencapai tujuan ini. Pelaksanaan DFM yang efektif mengarahkan pada biaya manufaktur yang rendah tanpa mengorbankan kualitas produk.

*Design for Manufacturing (DFM)* membutuhkan suatu tim yang secara fungsional saling berhubungan. Perancangan untuk proses manufaktur merupakan salah satu dari pelaksanaan yang paling terintegrasi yang terlibat dalam pengembangan produk. DFM menggunakan informasi dari berbagai tipe,

diantaranya :

1. Sketa, gambar, spesifikasi produk, dan alternatif – alternatif rancangan.
2. Suatu pemahaman detail tentang proses produksi dan perakitan.
3. Perkiraan biaya manufaktur, volume produksi, dan waktu peluncuran produk.

Oleh karenanya, DFM membutuhkan peran serta yang sangat baik dari anggota tim pengembang. Usaha – usaha DFM umumnya membutuhkan ahli – ahli :

1. Insinyur manufaktur
2. Akutansi biaya
3. Personil produksi
4. Perancang produk

DFM dimulai selama tahap pengembangan konsep, sewaktu fungsi – fungsi dan spesifikasi produk ditentukan. Ketika melakukan pemilihan terhadap suatu konsep produk, biaya hampir selalu merupakan satu kriteria untuk pengambilan keputusan, walaupun perkiraan biaya pada tahap ini sangatlah subyektif dan merupakan pendekatan. Ketika spesifikasi produk difinalisasi, tim pembuat pilihan (trade – off) diantaranya karakteristik kinerja yang diinginkan. Produk keramik dinding berornamen *Islamic* menjadi sebuah objek studi dalam mengaplikasikan model *Design For Manufacturing* untuk mendapat perkiraan biaya manufakturnya.

## **2.2.6. Karakteristik Material**

### **a. Gypsum**

*Gypsum* adalah salah satu contoh mineral dengan kadar kalsium yang mendominasi pada mineralnya dan merupakan salah satu bahan galian industri. *Gypsum* yang paling umum ditemukan adalah jenis hidrat kalsium sulfat dengan rumus kimia  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . *Gypsum* secara umum mempunyai kelompok yang terdiri dari *gypsum* batuan, *gipsit alabaster*, *satin spar*, dan *selenit*. *Gypsum* juga dapat diklasifikasikan berdasarkan tempat terjadinya, yaitu endapan danau garam, berasosiasi dengan belerang, terbentuk sekitar *fumarol vulkanik*, *efflorescence* pada tanah atau gua-gua kapur, tudung kubah garam, penudung *gossan* oksida besi (*gossan*) pada endapan *pirit* di daerah batu gamping. *Gypsum* menjadi master cetakan pada dasar pembuatan keramik ini karena memiliki sifat yang mudah menyerap air.





**Gambar 2.1. Gypsum**

**b. Tanah Liat Sukabumi**

Salah satu tanah liat dengan kualitas terbaik adalah berasal dari daerah Sukabumi, Jawa Barat. Jenis tanah liat yang baik adalah jenis tanah liat keras yang dapat dibakar mencapai suhu 1250° Celcius. Hasil keramik yang telah melewati proses pembakaran suhu tinggi disebut *stoneware*. *Stoneware* mempunyai kelebihan – kelebihan yaitu tidak mudah ditembus oleh air dan penyerapannya sekitar 2 – 5%. Salah satu ciri khas tanah liat Sukabumi adalah warnanya yang cokelat terang, tidak bersifat rapuh pada saat kering, mudah dibentuk dan sangat plastis. *Stoneware* Sukabumi menghasilkan warna abu – abu tua pada suhu matangnya.



**Gambar 2.2. Tanah Liat Sukabumi**

### c. Glasir

Glasir merupakan teknik mewarnai benda – benda keramik. *Silika* meleleh pada kisaran suhu 1100° Celcius. Glasir merupakan kombinasi yang seimbang dari satu atau lebih oksida basa (*Flux*), Oksida Asam(*Silika*), dan Oksida Netral (*Alumina*). *Silika* berfungsi sebagai unsur pengglas (pembentuk kaca). *Alumina* berfungsi sebagai unsur pengeras. *Flux* sebagai unsur pelebur (peleleh). Glasir memberikan warna pada badan keramik dengan berbagai efek yang ditimbulkannya. Glasir berfungsi untuk menjadikan permukaan keramik lebih lembut dan menutupi pori sehingga tidak terjadi resapan air.

#### 2.2.7. Perhitungan Total Biaya Produksi

Perhitungan biaya pembuatan master produk keramik terdiri dari biaya Material dan biaya penggunaan mesin. Biaya master produk terdiri dari biaya material dan biaya lama permesinan. Perumusan perhitungan dapat dilihat dibawah ini :

*Biaya Master Produk = Biaya Material + Biaya Permesinan + Biaya Desain*