

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka berisi tentang sistematis dari hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang memiliki keterkaitan dan relevan dengan penelitian yang akan peneliti lakukan. Penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya akan menjadi referensi dan menjadi dasar peneliti untuk berfokus dan mencari celah baru dari permasalahan yang dihadapi oleh PT. Gyan Kreatif Indonesia dalam melakukan inovasi produk baru (*jewelry*).

#### 2.2.1. Penelitian Terdahulu

Beberapa peneliti sebelumnya [Anggoro, dkk (2015); Wijaya (2017); Kurniawan (2017); Chrispambayun (2017); Julian (2018); Dewi (2019); Karisma (2019); Fergiawan (2019)] berhasil melakukan penelitian tentang proses tahapan desain dan manufaktur produk keramik (*tilewall*, *tableware*, dan *jewelry*) pada beberapa perusahaan keramik lokal nasional (PT. Doulton Indonesia, PT. Nuanza Porcelain Indonesia, Naruna Keramik Studio) yang berbasis pada penerapan teknologi Artistik CAD/CAM dengan mesin CNC dan 3D *Printing*.

Wang, dkk (2014) membahas mengenai teknologi 3D yang digunakan untuk membantu menciptakan dan mengubah desain yang sudah ada. Kemajuan teknologi 3D berbasis teknologi digital dapat digunakan sebagai salah satu media untuk menghasilkan prototipe desain yang layak. Wang dalam penelitiannya menyatakan bahwa *software* desain dapat mengilustrasikan model tiga dimensi dan langsung diubah ke dalam format angka yang sesuai sehingga dapat dilakukan proses *printing* untuk membuat *mockup* sesuai model fisik. Kombinasi dari teknologi digital dan pencetakan 3D dapat mengurangi kesalahan, meningkatkan efisiensi, dan mempercepat pengembangan produk keramik.

Anggoro dkk (2015) melakukan penelitian di PT. Doulton Indonesia untuk mendapatkan model desain cetakan baru pada keramik *tableware* dengan bantuan teknologi *reverse engineering* menggunakan alat *scanning* CMM yang ditransformasi pada *software* CAD-Power Shape 2015 menjadi gambar pola cetakan dalam bentuk 3D CAD model. Luaran penelitian yang dihasilkan merupakan master cetakan dan prototipe biskuit plat CNN dengan diameter

220mm yang berbentuk *rolledge*. *Output* riset ini mampu mengurangi biaya yang dibutuhkan dibanding dengan teknologi konvensional.

Bechthold M (2016) membahas mengenai penelitian yang dilakukan di Harvard University yang membahas mengenai pengembangan aplikasi baru berbasis teknologi manufaktur digital dan robotika dengan desain imajinatif dan metode rekayasa tiga dimensi pada proses fabrikasi keramik.

Li Busheng dan Hu Jingfang (2013) membahas bagaimana model tiga dimensi berdasarkan sketsa dapat membantu proses desain dan produksi produk keramik. Jurnal ini telah menganalisis metode teoritis dari sistem prototipe yang relevan. Proses desain yang dilakukan adalah dengan analisis mendalam berdasarkan pada sketsa teknologi keramik desain dengan bantuan komputer, dan atas dasar pengembangan yang sesuai perangkat lunak desain keramik. Jurnal ini juga menjelaskan bagaimana produk keramik diambil komponennya berdasar tiga dimensi model dan kemudian dikombinasikan dengan beberapa program dan menambah pilihan desainer dan pengguna.

Penelitian Huizhuo Shi dkk (2012) membahas tentang bagaimana mengurangi cacat *warpage* dimana merupakan cacat serius dalam injeksi dimana dihubungkan dengan pengurangan cacat ini dapat meningkatkan kualitas suatu produk. Jurnal ini menjelaskan secara umum mengenai pengolahan injeksi yang dimana dapat dibagi menjadi tiga tahap yaitu pengisian, pengepakan, dan pendinginan. Di sisi lain dibahas mengenai cara untuk mengurangi cacat *warpage* dengan mengubah geometri bagian, memodifikasi struktur cetakan, atau menyesuaikan parameter proses. Bagian desain dan desain cetakan biasanya ditentukan dalam tahap awal pengembangan produk, yang tidak dapat dengan mudah diubah. Ada berbagai macam cara untuk mengoptimalkan kondisi untuk mengurangi cacat *warpage* dengan menggunakan metode kompleks dimodifikasi dan memperoleh pengurangan melenting signifikan (lebih dari 70%).

Paper terbaru yang ditulis Anggoro dkk (2020) membahas mengenai berbagai aplikasi baru yang menggabungkan teknologi manufaktur digital dan fabrikasi konvensional dalam industri keramik pada PT. Nuanza Porcelain. Penelitian ini berhasil meningkatkan masukan desain motif bernuansa islami dengan format .jpg ke model CAD 2,5 D dengan menggunakan perangkat lunak ArtCAM. Teknologi aditif pabrikan 3D Objet 30Pro digunakan untuk mendapatkan hasil pola master cetakan yang presisi, akurat dan tepat. Penelitian ini berhasil mendapatkan desain

keramik hiasan dinding Islami yang presisi dan detail dengan dimensi error kurang dari 2.00 mm dengan bantuan teknologi CAD dan *Reverse Engineering*.

Fergiwawan dkk (2020) melakukan penerapan teknologi modern *computer-aided engineering system* (CARESystem) dalam proses fabrikasi keramik liontin bercorak batik islami Indonesia pada PT. Porselen Nuanza Indonesia. *Software* Zbrush digunakan untuk mendapatkan model 3D CAD, kemudian dilanjutkan pada proses manufaktur dengan mesin CNC menggunakan *software computer-aided manufacturing* (CAM) PowerMill 2016 dan Rhinoceros 4.0. Hasil dari penelitian ini adalah optimasi strategi permesinan sehingga waktu yang dibutuhkan menjadi lebih cepat dibanding dengan metode manual.

Peneliti juga melakukan beberapa telusuran ilmiah terkait dengan desain, manufaktur dan fabrikasi produk keramik yang sudah berhasil dikerjakan dengan baik oleh beberapa mahasiswa Program Studi Teknik Industri Departemen Teknik Industri FTI UAJY.

Lamandau (2015) dan Wijaya (2017) melanjutkan upaya yang dilakukan Anggoro, dkk (2015) dengan mengembangkan produk *emirates plate* dan *miranda keer tea for one teapot*. Tugas akhir mereka membahas bagaimana teknologi RE dengan alat CMM yang terdapat pada PT. Doulton Indonesia dapat mengembangkan produk keramik *tableware*. Lamandau (2015) memanfaatkan teknologi RE dan CMM dalam membuat desain baru pada produk *Emirate Large Plate* dengan diameter 25 cm. Sedangkan Wijaya (2017) memanfaatkan teknologi RE untuk mendapatkan hasil 3D CAD/CAM dengan mesin CNC 3 axis berdasarkan produk jadi dan dibandingkan dengan data 3D CAM yang dimiliki oleh PT. Doulton dengan mesin CNC 4 axis.

Dewi (2019) membahas mengenai penelitian tentang bagaimana *Reverse Engineering* dapat dimanfaatkan melalui pengembangan proses perancangan model keramik dinding keramik yang disederhanakan untuk mengoptimalkan biaya dan waktu pengerjaan, diperoleh desain gambar cetakan dinding keramik 2,5D bercirikan relief dasar batik khas Islam. Hal ini diverifikasi dengan membandingkan hasil pemesinan CNC dan menghitung deviasi kesalahan yang terjadi antara model CAD 2.5D dan master model cetakan.

Kurniawan (2017) membahas mengenai pengukuran yang dilakukan berdasarkan desain penelitian sebelumnya Gunadi (2013) untuk mengurangi penyusutan keramik dengan metode manual mulai dari desain, master pola cetakan, clay

hingga ke produk jadi. Kurniawan (2017) berhasil membuktikan hipotesis mengenai penyusutan yang dimiliki oleh PT. Nuanza Porcelain Indonesia dimana penyusutan keramik standar sebesar 15% dengan toleransi ukuran mencapai 2.00 mm.

### **2.2.2. Penelitian Sekarang**

Merujuk pada penelitian sebelumnya [Anggoro, dkk (2015); Wijaya (2017); Kurniawan (2017); Chrispambayun (2017); Julian (2018); Dewi (2019); Karisma (2019); Fergiawan (2019)] yang membahas penerapan teknologi *artistic* CAD/CAM dengan mesin CNC dan 3D printer dengan sukses pada produk keramik di tiga jenis perusahaan keramik (PT. Doulton Indonesia, PT. Nuanza Porcelain Indonesia dan Ceramic Studio), maka penelitian saat ini dilakukan untuk membantu menyelesaikan kendala yang dihadapi oleh PT. Gyan Kreatif Indonesia untuk menggabungkan antara teknologi *handmade* keramik dengan teknologi yang digunakan oleh peneliti sebelumnya. Ketidakmampuan PT. Gyan Kreatif Indonesia dalam melakukan inovasi produk baru ke *jewelry* keramik bermotif batik Indonesia mendorong peneliti menemukan celah baru untuk menyelesaikan kasus ini seperti yang dulu pernah dilakukan oleh Kurniawan (2017) di PT. Nuanza Porcelain Indonesia. Hasil penelitian yang sudah diperoleh team desain *artistic* CAD/CAM dan mesin CNC oleh Ratnanta (2021) dan Fergiawan (2019) untuk produk keramik *jewelry* bermotif batik Indonesia selanjutnya diteruskan oleh peneliti untuk dilakukan proses manufaktur pembuatan pola cetakan berbahan gypsum dan berlanjut ke fabrikasi *pile* produk *jewelry* sampai tahap pembakaran dan pewarnaan menggunakan teknik glasir. Untuk menguji apakah produk akhir yang diperoleh dari liontin *jewelry* keramik benar-benar mengalami penyusutan maksimal sebesar 15% seperti yang pernah dilakukan oleh Kurniawan (2017), maka peneliti melakukan pengukuran pada beberapa objek ukur di produk *jewelry* liontin di gambar CAD, master produk hasil mesin CNC, *pile* cetakan produk, produk akhir hasil pembakaran dan pewarnaan dengan Teknik glasir. Verifikasi error yang ditetapkan dalam penelitian ini, dijaga agar selisih akhir maksimal 2.00 mm sehingga produk berkualitas yang presisi dan akurat dalam jumlah masal dapat terpenuhi. Verifikasi dilakukan sebagai dasar kesesuaian desain awal dengan hasil dan sebagai salah satu langkah untuk mendapatkan rata-rata eror dimensi dari produk yang dihasilkan.

## **2.2. Dasar Teori**

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan beberapa dasar atau acuan yang membantu peneliti sebagai pedoman dalam melakukan penelitian. Diharapkan acuan atau pedoman tersebut dapat membantu peneliti dalam mencapai tujuan dari penelitian ini.

### **2.2.1. Ornamen**

Ornamen merupakan karya seni yang digunakan atau dibuat untuk memberikan kesan dan juga menambah nilai estetik maupun nilai dari suatu barang atau produk. Dimana ornament sendiri memiliki arti menghiasi yang berasal dari kata *Ornare* diambil dari Bahasa latin. Ornamen sendiri memiliki beberapa sifat diantaranya aktif dimana ornamen tidak hanya memiliki fungsi sebagai penghias tetapi juga difungsikan sebagai pendukung kekuatan dari suatu produk. Kedua dapat memiliki sifat pasif dimana ornamen memang ditujukan atau difungsikan sebagai penghias saja tidak memiliki tujuan lain. Dalam perkembangannya ornamen tidak hanya digunakan sebagai pendukung keindahan atau menambah nilai dari suatu produk tetapi digunakan sebagai fungsi dekoratif dari suatu produk.

### **2.2.2. Tekstur**

Tekstur merupakan indikator kualitas dari permukaan suatu bahan dimana tekstur ini merupakan pemberi rasa di dalam permukaan. Fungsi dari tekstur sendiri adalah bentuk semu ataupun nyata dari pemilihan permukaan di suatu bidang maupun produk. Didalam tekstur sendiri dapat memuat corak maupun pattern yang merupakan susunan tekstur yang beraturan yang dapat tersusun dari kumpulan titik kasar maupun titik halus pada suatu permukaan. Tidak hanya itu saja tetapi tekstur memiliki fungsiantaranya yaitu mencerminkan kualitas dari suatu produk dan menambah nilai dan kesan secara visual. Seiring berkembangnya waktu tekstur memiliki perkembangan jika dilihat dari tekstur yang dihasilkan atau diberikan yaitu tekstur semu dan tekstur nyata

### **2.2.3. Keramik**

Keramik merupakan suatu hasil karya seni dan teknologi yang memiliki nilai tertentu dan dapat berguna bagi manusia. Keramik dapat dikategorikan sebagai bahan yang berasal dari tanah yang telah melewati sebuah proses pembakaran. Dari proses pembakaran tersebutlah yang mampu menghasilkan berbagai benda yang disebut dengan gerabah, genteng, dan porselin. Keramik terbagi menjadi 2 jenis yaitu:

a. Keramik Tradisional

Keramik jenis ini merupakan sebuah keramik yang terbuat dari bahan alam. Bahan alam yang dimaksud yaitu seperti kaolin, dan kuarsa namun dapat berupa lainnya. Adapun contoh lain yang dihasilkan dari keramik jenis ini salah satunya seperti barang pecah belah keperluan rumah tangga atau yang dikenal dengan *tableware*.

b. Keramik Halus

Jenis keramik halus merupakan keramik yang berbahan dasar oksida logam. Beberapa contoh dari keramik halus ini seperti  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ , dan  $\text{MgO}$ .

Dalam pembuatannya keramik dapat dibuat dari berbagai jenis material dasar yang disesuaikan dengan hasil yang diinginkan, diantaranya yaitu:

a. Tanah Liat

Tanah liat mengandung beberapa komponen utama, seperti *halloysite*, *kaolinite*, *montmorillinite* dan *illite*. Jika tanah liat memiliki kandungan yang berbeda maka akan menghasilkan sifat yang berbeda pula. Selain itu sifat penting dari tanah liat yaitu plastisitas mengacu pada kemampuan membentuk tanpa putus, kemampuan melebur (*fuse*), sebagai bahan baku pasir dan bahan non plastik.

b. Pasir

Pasir memiliki fungsi sebagai bahan pengisi dari keramik. Namun jika pada penambahan pasir terlalu banyak silikat maka akan menyebabkan keretakan, terutama ketika proses pembakaran berlangsung akan banyak menimbulkan keretakan pada produk.

c. *Feldspar*

Bahan pengikat yang sering digunakan dalam pembuatan keramik dikenal dengan nama *feldspar*. Selain itu bahan ini dapat digunakan untuk menurunkan temperatur dari pembakaran keramik. Terdapat 3 jenis bahan *feldspar* diantaranya *Na-feldspar*, *K-feldspar* dan *Ca-feldspar*.

Perkembangan jaman mempengaruhi keramik dalam proses pembuatannya dan juga jenisnya, salah satunya seperti keramik yang memiliki motif dan fungsi yang semakin bertambah mulai dari keramik lantai, keramik dinding, keramik pot atau vas bunga dan sebagainya. Keramik modern atau yang dikenal dengan nama keramik *engineering ceramic*, *advanced ceramic*, *technical ceramic* merupakan jenis keramik yang dibuat dengan menggunakan bantuan oksida-oksida logam

seperti oksida logam ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ , dan  $\text{MgO}$ ). Jenis keramik yang digolongkan berdasarkan struktur tersebut terbagi menjadi beberapa jenis, diantaranya:

a. Gerabah (*Earthenware*)

Keramik ini dibuat menggunakan bahan dasar yaitu tanah liat yang memiliki sifat dapat menyerap air, mudah dibentuk, dan dapat dibakar antara  $900^\circ\text{C}$  sampai  $1060^\circ\text{C}$ . Keramik jenis ini memiliki struktur dan tekstur yang rapuh, kasar, dan cenderung memiliki pori. Keramik ini harus dilapisi lagi seperti, semen, glasir, atau bahan pelapis lainnya agar hasilnya dapat kedap air.

b. Gerabah Putih

Jenis ini adalah gerabah yang memiliki warna putih, gerabah jenis ini memiliki struktur yang kuat, dan proses pembakarannya dapat dilakukan pada suhu tinggi. Jenis ini bersifat plastis dibandingkan gerabah biasa sehingga penggunaannya dilakukan dengan cara diputar, menggunakan jigger, atau dituang atau yang lebih dikenal dengan *casting*.

c. Porselin (*Porcelain*)

Porcelain sendiri memiliki tekstur yang halus dan keras, juga memiliki warna yang putih. Porcelain banyak digunakan untuk industri dikarenakan memiliki kekuatan dan daya tahan yang lebih baik dibanding jenis lainnya dan dapat diproses dalam suhu yang tinggi.

d. Stoneware

Jenis ini memiliki badan yang rapat, lebih kuat daripada bahan gerabah, bunyi lebih nyaring, warna dan strukturnya mirip seperti batu. Stoneware dapat dibakar pada suhu sekitar  $1150^\circ\text{C}$  sampai  $1250^\circ\text{C}$ . Untuk proses pembuatannya digunakan tanah tunggal, atau dengan bahan campuran dari: *ballclay*, *kaolin*, *kalkspat*, *feldspat*, dan *chamotte*.

e. Terracotta

Terracotta merupakan salah satu jenis tanah liat merah tetapi dengan penambahan pasir, atau *grog/chamotte*. Struktur dari bahan ini sukar untuk di putar tetapi sangat baik jika di proses dengan cara di press atau dicetak langsung, Bahan ini dapat dibakar pada suhu antara  $1200^\circ\text{C}$  sampai  $1300^\circ\text{C}$ .

#### 2.2.4. Teknik Pembuatan Keramik

Proses pembuatan keramik sampai ke produk jadi yang siap dipasarkan melalui beberapa tahap yaitu proses desain, pembentukan keramik, kemudian dilakukan

perapian, pembakaran dan pewarnaan. Proses pembakaran biasanya melalui dua tahap dimana tahap pertama merupakan tahap pembakaran setengah matang dan tahap kedua merupakan pembakaran keramik setelah diberi warna. Dalam proses pembentukan keramik secara manual dibutuhkan keahlian dan keterampilan khusus. Dalam pembentukan keramik yang akan dibentuk sesuai kebutuhan dengan menggunakan bahan dasar tanah liat dapat dilakukan dengan berbagai macam cara yaitu:

a. *Slab* (dilempeng)

Proses pembuatan dimana tanah liat dibuat membentuk lempengan-lempengan yang memiliki ketebalan tertentu dengan menggunakan roll. Dari lempengan ini kemudian dapat dibentuk sesuai keinginan biasanya cara ini digunakan untuk membentuk bentuk kotak maupun bentuk yang memiliki sudut.

b. *Coil* (dipilin)

Proses pembuatan dengan menggunakan jari dan telapak tangan. Tanah liat dibentuk silindris memanjang dengan diameter yang menyesuaikan dari bentuk yang diinginkan. Cara ini biasanya digunakan untuk membentuk model bebas yang memiliki rongga didalamnya atau seperti vas.

c. Ditekan

Cara ini dibutuhkan jenis tanah liat yang memiliki tekstur keras. Proses pembuatan dengan cara ini adalah dengan cara menekan tanah liat dengan menggunakan tangan ataupun menggunakan cetakan.

d. Diputar

Proses ini dibutuhkan meja pemutar yang biasanya berbentuk bulat. Tanah liat di letakan pada meja dan kemudian dengan bantuan tangan maupun alat pendukung, tanah liat diputar dan dibentuk sesuai dengan yang diinginkan. Cara ini biasanya digunakan untuk membentuk rodok seperti cangkir, gelas, mug dan produk-produk yang berbentuk seperti tabung.

e. *Jigger*

Dalam pembuatan keramik dengan cara ini sama seperti cara diputar tetapi yang memedakan adalah bagian alat bantu. Proses ini menggunakan alat bantu berupa *jigger* yang digunakan sebagai pembentuk dari permukaan keramik yang diputar dengan meja putar.

f.  *Casting* (dituang)

Proses dengan cara ini dibutuhkan tanah liat cair atau biasa disebut *slip*. Proses ini menggunakan cetakan berbahan gypsum dikarenakan cepat meresap air. Tanah liat dituang ke dalam cetakan kemudian dibiarkan beberapa menit kemudian cetakan dibuka dan hasil akan menyesuaikan bentuk yang diinginkan. Cara ini dapat mengatur ketebalan dari produknya sesuai dengan berapa lama proses pendiamannya.

g. *Dry Pressing*

Proses ini biasanya menggunakan tanah liat yang memiliki kandungan air sekitar 10-20%. Proses ini menggunakan alat dengan tekanan yang tinggi dan tanah liat ditekan sehingga membentuk sebuah produk yang diinginkan. Biasanya cara ini digunakan untuk membentuk produk yang memiliki bentuk rumit seperti lantai, ubin, naman dan beberapa *tableware*.

### 2.2.5. Cacat dalam Pengecoran Keramik

Pada proses pengecoran keramik terdapat beberapa jenis cacat yang dapat terjadi pada keramik dimana dipengaruhi oleh beberapa parameter diantaranya yaitu waktu tuang, waktu setup, temperature dari cetakan, temperature dari material, tekanan, pemilihan material  *mold*, dan desain  *mold*. Berikut adalah macam cacat produk yang sering terjadi pada proses pembuatan keramik:

a. *Shrinkage*

*Shrinkage* merupakan salah satu cacat dalam pengecoran dimana terjadi penyusutan baik penyusutan dalam, penyusutan luar, maupun rongga penyusutan. Hal ini diakibatkan karena terjadi perbedaan waktu pengerasan di beberapa bagian yang disebabkan oleh temperatur penuangan yang salah, bahan yang memiliki banyak kotoran, ukuran dari leher penuangan yang tidak baik. Dalam pengecoran dikarenakan bahan yang digunakan merupakan bentuk cair maka saat pengecoran terdapat proses pengerasan dimana air diserap oleh cetakan, oleh karena itu produk akan mengalami penyusutan, sehingga menyebabkan motif dan ukuran dari produk menyusut juga sehingga hasil yang didapatkan dapat mengalami perbedaan.

b. *Warpage*

*Warpage* adalah sejenis cacat yang terjadi karena ada salah satu bagian produk yang bengkok atau terdistorsi, yang tidak hanya akan mengubah ukuran, tetapi juga mengubah profil dan sudut. Cacat ini terjadi karena

perbedaan waktu penyusutan dan pendinginan, yang bergantung pada derajat penyusutan kedua permukaan dan ketebalan bagian tersebut. Dimungkinkan untuk mengurangi cacat lengkungan dengan mengurangi ukuran gerbang, mengurangi tekanan, mengatur ulang saluran pendingin, mengurangi suhu gerbang dan cetakan di dekat gerbang, mengurangi waktu penahanan dan meningkatkan suhu cetakan.

c. *Bubble*

*Bubble* merupakan salah satu cacat produk yang dimana terdapat gelembung – gelembung udara didalam hasil dari cetakan. Hal ini dapat terjadi dikarenakan dalam proses penuangan material waktu yang digunakan terlalu cepat ataupun terlalu lambat tidak adanya waktu yang konstan dalam proses penuangan.

### 2.2.6. *Jewelry Ceramic*

*Jewelry Ceramic* merupakan suatu produk perhiasan berbahan dasar keramik. Biasanya pada produk *jewelry* diberikan pola atau motif yang bertujuan untuk mempercantik dan menambah nilai jual dari produk tersebut. Motif yang biasanya digunakan dapat berbagai macam seperti *flora* dan fauna, tak jarang diberikan motif lain yang sesuai dengan tujuan atau maksud dari pembuat maupun keinginan konsumen, salah satunya batik. Dimana motif batik ini digunakan untuk menambah nilai jual dan memperkenalkan kearifan budaya dengan cara yang lain.



**Gambar 2.1. Jewelry Ceramic**

(Sumber: <https://www.etsy.com/listing/>)