

PENGEMBANGAN PRODUK UKIR BERBASIS DESAIN 3 DIMENSI MENGUNAKAN MESIN CNC UNTUK INDUSTRI MEBEL

Eko Darmawanto, Joko Minardi
Fakultas Sains dan Teknologi, UNISNU Jepara
ekodarmawanto@unisnu.ac.id; joxmin@gmail.com

ABSTRACT

Jepara furniture industry is currently working on carving products are always done by manual using conventional chiseling tools so that carving products are always different from craftsmen to each other, this is due to the condition of different craftsmen skills so that the results are also different both in terms of quality sculpture, precision and Character of carving results so that in the industrial world it becomes a problem should be avoided considering the problem of product uniformity and quality. dibutuhkan alternative solutions from the production side that can be developed in this study related to the transfer of machinery technology carved using CNC machine. The location of research on furniture industry which has CNC machine with focus of research is more to technical 3-dimensional design and design conversion process into G code and its execution using CNC machine in Jepara. This research uses qualitative research design with interdisciplinary approach, this research get result (1) got technical description of process of creating 3 dimensional design based on software, technical description of conversion of 3-dimensional carving design into G code and technical process of execution using CNC machine (2) got result Development of 3-dimensional carving design with local local motif integrated with CNC machine to support industrial development in the form of furniture product motif.

Keywords: CNC, desain, G code, carving

ABSTRAK

Industri furniture Jepara saat ini pengerjaan produk ukirnya selalu dilakukan dengan manual menggunakan alat pahat konvensional sehingga produk ukir selalu berbeda dari pengrajin satu dengan yang lain, hal ini disebabkan oleh kondisi keterampilan pengrajin berbeda-beda sehingga hasilnya juga berbeda baik dari sisi kualitas pahatan, presisi dan karakter hasil ukiran sehingga di dalam dunia industri hal tersebut menjadi permasalahan seharusnya dihindari mengingat masalah ketidakseragaman produk dan kualitas. dibutuhkan solusi alternatif dari sisi produksi yang mampu di kembangkan dalam penelitian ini terkait dengan alih teknologi permesinan ukir menggunakan mesin CNC. Lokasi penelitian terhadap industri mebel yang memiliki mesin CNC dengan fokus penelitian lebih kepada teknis desain ukir 3 dimensi dan proses konversi desain ke dalam kode G dan eksekusinya menggunakan mesin CNC di Jepara. Penelitian ini menggunakan desain penelitian kualitatif dengan pendekatan interdisiplin, penelitian ini mendapatkan hasil (1) didapatkan deskripsi teknis proses penciptaan desain 3 dimensi berbasis software, deskripsi teknis konversi desain ukir 3 dimensi menjadi kode G dan proses teknis eksekusi menggunakan mesin CNC (2) didapatkan hasil pengembangan desain ukir 3 dimensi dengan motif lokal daerah yang terintegrasi dengan mesin CNC untuk mendukung pengembangan industri dalam bentuk motif produk mebel.

Kata kunci: CNC, desain, G code, ukir

Pendahuluan

Industri mebel Jepara saat ini di dalam pengerjaan produk ukirnya selalu dilakukan dengan pengerjaan manual menggunakan alat pahat konvensional sehingga produk ukir

selalu berbeda dari pengrajin satu dengan yang lain dengan durasi pengerjaan yang berbeda pula, hal ini disebabkan oleh kondisi keterampilan pengrajin berbeda-beda sehingga hasilnya juga berbeda baik dari sisi

kualitas pahat, kepresisiian dan karakter ukiran. Dalam dunia industri hal tersebut menjadi permasalahan yang selalu terjadi dan dihindari karena masalah ketidakseragaman produk. Belum adanya solusi yang dapat membuat permasalahan tersebut terurai. Dalam konteks ini dengan mengembangkan desain berbasis 3 dimensi menggunakan software komputer kemudian dirubah menjadi kode angka yang disebut *G code* yang kemudian eksekusinya menggunakan mesin CNC (*Computer Numerical Control*) permasalahan industri mebel ukir tersebut dapat diminalkan dengan pola presisi serta keseragaman bentuk ukir akan mudah dicapai dengan proses pengerjaan ukiran yang relatif lebih cepat dibandingkan teknik ukir konvensional, tentunya hal ini tidak serta merta menghapus teknik konvensional pahat ukir karena tetap memiliki keunggulan yang tidak dapat di capai oleh mesin CNC. Berdasarkan penuturan Teguh Pribadi yang memproduksi mesin CNC tanggal 2 februari saat wawancara awal pengambilan data penelitian dijelaskan keunggulan lain dari desain 3 dimensi berdasar data *G Code* memiliki keunggulan yakni mampu diproduksi lagi dengan kapasitas besar dan ketepatan yang sama dalam waktu yang relatif singkat dan bahkan jika diproduksi 20 tahun lagi akan akan tetap sama baik ukuran dan ketepatan yang tentunya hal tersebut tidak dapat dicapai oleh teknik manual.

Pemanfaatan mesin CNC saat ini menurut Teguh Pribadi tidak dapat maksimal disebabkan oleh permasalahan ketersediaan sumber daya manusia yang menjadi operator mesin CNC yang langka dan jikapun terdapat tenaga operator mesin CNC maka operator tersebut tidak memiliki kemampuan desain sehingga praktis posisi operator hanya menjalankan mesin CNC tanpa mampu mengembangkan potensi mesin CNC, tidak hanya masalah SDM operator CNC, masalah yang lain adalah CNC diidentikkan untuk pengerjaan konstruksi permesinan sehingga asumsi CNC dengan ukir dengan motif yang fleksibel terlihat sulit diwujudkan dan tidak dapat terbentuk sehingga pola desain 3 dimensi terutama ukir tidak pernah dikembangkan yang berimbas pada pola

desain ukir 3 dimensi untuk motif lokal praktis tidak pernah ada.

Rumusan Masalah

Menitik-beratkan pada fenomena yang terurai dalam latar belakang perlu dilakukan upaya nyata dari sisi pemenuhan desain ukir terutama desain ukir berbasis 3 dimensi yang mampu dirubah ke dalam kode G dan diterapkan terhadap industri mebel yang memiliki permasalahan produksi yang relatif serupa dengan memanfaatkan mesin CNC. Berpatokan terhadap pokok uraian masalah industri mebel maka peneliti mencoba merumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana proses teknis penciptaan desain ukir 3 dimensi motif tradisi lokal, proses *coding* desain dan eksekusi *coding* (kode G) dengan menggunakan software komputer yang mendukung pengembangan produk mebel.
2. Bagaimana pola desain pengembangan ukir motif tradisi lokal yang berbasis desain 3 dimensi yang memanfaatkan mesin CNC.

Landasan Teoretis

Ukir

Ukir merupakan seni memahat material dengan pola maupun struktur hias yang dibuat cekung maupun cembung mengikuti alur gambar. Menilik pada konsep ukir banyak ukir yang di pahat diatas material kayu maupun batu dengan alat pahat yang terbuat dari besi maupun baja hal ini diungkapkan oleh gustami dalam bukunya seni kerajinan mebel ukir jepara (Gustami, 2000). Pada hakekatnya ukir adalah tekniknya bukan pada desain hias ukirnya, hal ini selalu menjadi hal yang salah dipahami terkait dengan produk jadi yang sering dibilang awam sebagai ukir karena motifnya.

Teknik pengembangan ukir menurut Raharjo, Rubijanto dan Solechan, (2015) dalam prosiding rancang bangun mesin ukir otomatis ibm mebel ukir kayu di Desa Banjar Agung Bangsri Kabupaten Jepara dapat dilakukan dengan cara perancangan mesin yang disetting khusus untuk dapat melakukan pekerjaan mengukir. Bukan sesuatu hal yang janggal dan sulit jika ukir dalam skala industri dapat dikerjakan dengan alat bantu mesin. Perubahan iklim industri yang cepat menuntut

segmentasi pasar terkait teknik ukir yang kompatibel dengan hitungan ekonomis sehingga ukir merupakan komoditi teknik yang tidak bisa dipisahkan dari produk luarannya.

Berdasar pada pernyataan-pernyataan tentang ukir maka ukir sebenarnya merupakan bentuk teknik yang mampu memberikan hasil ekonomis jika dipadukan dengan produk sehingga ukir memiliki dua fungsi yakni sebagai penambah nilai ekonomis dan sebagai penambah nilai estetika, tinggal masalah bagaimana ukir diimplementasi dan disandingkan dengan produk tertentu sehingga mampu memberi nilai lebih dalam tingkat ekonomis secara langsung dan dapat dinikmati oleh produsen ukir sendiri. Hal ini selaras dengan pemikiran Adu-Agyem, J., Sabutey, G. T., & Mensah, E. (2013:166-187) dalam international jurnal *New trends in the Ahwiaa wood carving industry in Ghana: Implications for art education and socio-economic growth*.

Desain 3 Dimensi

Desain merupakan bagian dari komponen senirupa dimana hanya fokus pada permasalahan konsep dan wujud implementasinya. Desain pada dasarnya memiliki unsur dan prinsip desain sehingga dalam menciptakan produk dalam bentuk visual memiliki tatanan atau aturan yang menjadi pertimbangan sehingga memberikan hasil produk yang dapat diterima oleh masyarakat (Seventyani, 2013). Dalam konteks 3 dimensi desain yang di maksud adalah desain dengan menggunakan material yang dapat secara langsung dilihat dalam konteks dimensi ruang sehingga terdapat ukuran volume atau kepadatan objek benda. Desain merupakan kegiatan yang membutuhkan kreatifitas dan memiliki kecenderungan untuk membangun inovasi, perubahan budaya dan ekonomi. Menurut Puspita, Sachari dan Sriwarno (2016) sebuah kepentingan terkait dengan sosial budaya dalam industri kayu tak lepas dari unsur awal yakni konsep dan desain, bentuk olahan dan produk turunan mampu berkembang dinamis dalam pemilahan alur ekonomi yang jelas sehingga tidak meninggalkan konsep budaya dan lestari.

Desain dan komponen pembentuknya memiliki ragam teknik rekayasa seperti pemanfaatan teknologi komputer yang saat ini tentunya tidak asing lagi di telinga masyarakat awam apalagi dunia pendidikan. Rekayasa tekdik desain 3 dimensi mampu membentuk karakternya sendiri ketika citra dan peranannya mampu memberikan gambaran utuh sebelum produk desain tersebut diwujudkan sehingga dalam kaitannya dengan desain 3 dimensi setidaknya akan memperjelas posisi pra produksi sebelum produksi. Konsep 3 dimensi memiliki unrur rancang yang lebih efisien, terpola dan aman hal ini disebabkan pola desain merupakan pola rancang bangun bukan eksekusi langsung. Meminimalkan kesalahan proses atau eksekusi produk dapat diatasi dengan rancang desain yang baik dan terstruktur sehingga kemampuan desain 3 dimensi mampu memberikan citra ilusi dibenak konsumen akan produk yang akan dihasilkan nantinya.

Berdasarkan pemaparan sebelumnya maka desain 3 dimensi merupakan kegiatan rancang bangun dengan pola citra dan simulasi akan produk sesungguhnya yang akan dibangun, cetak atau diproduksi dengan material sesungguhnya.

CNC (Computer Numerical Control)

Computer numerical control atau lebih dikenal dengan istilah CNC merupakan rangkaian mesin dengan pola kerja *programmable intelligence* untuk kepentingan eksekusi pekerjaan sistem *drilling* (Guiping, Yazhou dan Guangwen (2010). Melihat kekhususan kinerja mesin CNC tidak menutup kemungkinan bahwa mesin CNC tetap dapat difungsikan dengan berbagai macam material termasuk material kayu. Komponen mesin CNC terdiri atas dua komponen dasar yakni komponen keras berupa perangkat fisik mesin dan komponen lunak berupa perangkat *programmable* atau *software* penggerak/*executor* (Iskra dan Hernandez, 2010). Pola pengerjaan material menggunakan mesin CNC lebih banyak dipergunakan untuk jenis material lunak seperti kayu sehingga pemanfaatan mesin CNC saat ini mendominasi untuk pekerjaan

berbahan dasar kayu baik yang solid maupun yang bentukan seperti multiplek, hardboard, mdf, dan jenis partikel kayu lain. CNC dianggap lebih mampu memberikan tingkat akurasi ukuran yang tinggi dibandingkan dengan mesin manual kayu lain akan tetapi CNC saat ini banyak difungsikan untuk tingkat pekerjaan ornamentalis pada permukaan (Iskra dan Hernandez, 2012).

Pengembangan produk berbahan dasar kayu dengan tingkat produksi yang tinggi menuntut pergeseran pemahaman dari para produsen mebel untuk memanfaatkan teknologi yang dipakai oleh CNC dengan jenis *router* untuk meningkatkan produksi dan pengembangan pola. Terkait dengan pemahaman produsen mebel tersebut maka CNC saat ini tidak dapat dipisahkan dari pola produksi massal. Sistem pengembangan CNC saat ini terdapat pola 3 axis dan 4 axis. Pola 3 axis dapat dijumpai pada kebanyakan industri mebel sedangkan pola 4 axis masih jarang ditemui disebabkan harga mesin CNC yang cukup mahal. Pola pembacaan mesin CNC didasarkan pada pola kode yang disebut *G Code* yang berisi titik koordinat objek yang harus dituju oleh mata pisau yang digerakkan oleh mesin CNC sehingga tingkat akurasi ukuran dapat dicapai meski dalam satuan milimeter (Raju, Janardhana, Kumar dan Rao, 2011; Senada dengan Firstiawan, 2012). CNC mampu memberikan tingkat eksekusi material kayu dengan sangat halus pada permukaannya.

Tujuan Dan Manfaat Penelitian
Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini menitik beratkan pada alur teknis dan pola desain motif yang dapat diintegrasikan dengan teknologi komputer dalam angka ataupun kode G yang dapat dibaca oleh mesin CNC. Berikut tujuan penelitian yang di fokuskan oleh peneliti;

1. Mendeskripsikan bagaimana proses teknis penciptaan desain ukir 3 dimensi motif tradisi lokal, proses *coding* desain dan eksekusi *coding* (kode G) dengan menggunakan software komputer yang mendukung pengembangan produk mebel.
2. Mendeskripsikan bagaimana pola desain pengembangan ukir motif tradisi lokal yang

berbasis desain 3 dimensi yang memanfaatkan mesin CNC.

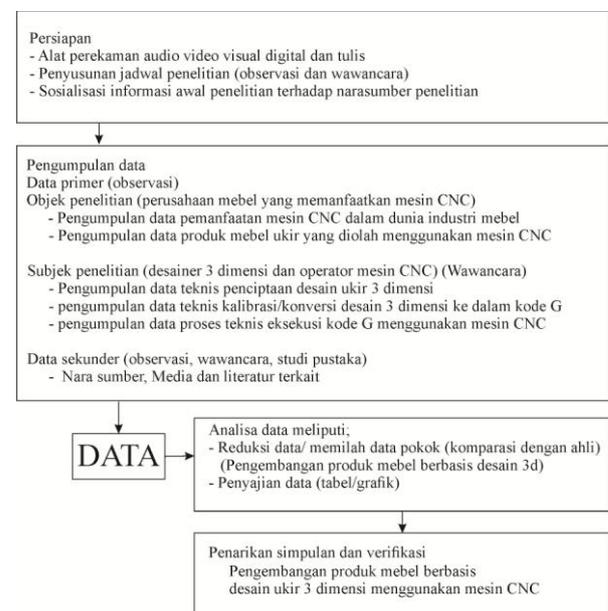
Manfaat penelitian

Adapun manfaat penelitian sebagai berikut:

1. Penelitian ini hasil dapat dijadikan dasar materi pembelajaran dalam kuliah terutama materi kuliah program studi desain produk sebagai materi teknis berkarya tanpa mengesampingkan unsur teknologi, sehingga terdapat pengetahuan berkarya dengan sinkronisasi teknologi mesin CNC dalam membuat ukiran.
2. Manfaat kedua kedalam dunia perindustrian, setidaknya dapat sebagai pilot project pengembangan motif ukir desain 3D sebagai embrio dalam pengembangan desain mebel kedepan yang lebih cepat evisien serta seragam dengan menggunakan teknologi CNC.

Metode Penelitian
Prosedur Penelitian

Langkah-langkah penelitian reguler peneliti sajikan dalam gambar berikut:



Gambar 1. langkah penelitian

Alat dan Bahan

Alat penelitian terdiri dari perangkat rekam data berupa dengan spesifikasi minimum 25 mega pixel berupa kamera digital, video recorder, buku tulis dan alat tulis. Bahan

penelitian merupakan produk ukir dengan material kayu dan desain 3 dimensi yang diproses menggunakan software komputer.

Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dalam kurun waktu 6 bulan yang dimulai pada bulan mei sampai bulan Oktober 2017. Adapun lokasi penelitian dilakukan pada industri mebel yang memiliki mesin CNC wilayah Kabupaten Jepara, dan penggiat desain 3 dimensi baik yang di institusi pemerintah maupun lembaga pendidikan.

Rancangan penelitian

Desain penelitian

Desain penelitian yang peneliti gunakan adalah kualitatif interpretatif dimana peneliti mengungkapkan suatu gambaran permasalahan secara leluasa atas dasar realitas permasalahan yang ditemukan dilapangan. Kualitaitaf merupakan penelitian untuk dapat memahami fenomena tentang apa yang dialami oleh subjek penelitian seperti perilaku, persepsi, motivasi, dan tindakan teknis lainnya baik dalam lingkup personal maupun kelompok dan lingkungan lembaga, pekerjaan secara holistik dalam bentuk kata-kata dan bahasa dengan memanfaatkan metode ilmiah.

Pendekatan penelitian

Pendekatan penelitian yang dipilih adalah pendekatan interdisiplin ilmu di mana sebuah pokok permasalahan dapat meminjam disiplin ilmu lain atau teori dan disusun dalam satu sistem pemikiran dan menjadi landasan ontologis untuk memecahkan masalah penelitian sehingga bersifat fleksibel (Rohidi 2011). Pendekatan interdisiplin ilmu masuk dalam ranah penelitian kualitatif yang dalam penyajiannya menggunakan deskriptif interpretatif terhadap data dan pengolahan serta penyajiannya. Sehingga penelitian ini bermuara kepada analisis yang bersifat deskriptif naratif berdasarkan analisis data yang diperoleh yakni pengembangan produk mebel berbasis desain 3 dimensi beserta matriknya.

Fokus penelitian

Fokus penelitian ini terserap lebih banyak mensikapi permasalahan produksi ukir mebel yang masih diproduksi secara manual teknik pahat dengan permasalahan kontrol kualitas ukiran yang tidak seragam sehingga sasaran utama dari penelitian ini adalah bagaimana alternatif yang diberikan pada pengguna mesin CNC terhadap pola pengembangan produk mebel yang berbasis desain ukir 3 dimensi sehingga mampu memberikan solusi praktis terhadap permasalahan perusahaan mebel pada umumnya sehingga setidaknya terdapat 2 pokok fokus yakni: (1) teknis penciptaan desain ukir 3 dimensi, teknis kalibrasi/konversi desain 3 dimensi ke dalam kode G dan proses teknis eksekusi kode G menggunakan mesin CNC menggunakan material kayu dalam pengembangan produk mebel. (2) pengembangan mebel ukir motif tradisi lokal yang berbasis desain 3 dimensi yang memanfaatkan mesin CNC.

Teknik pengumpulan data

Observasi

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah melakukan observasi lapangan, secara langsung di tempat-tempat penelitian yang relevan dengan topik dan kajian penelitian. Observasi dan pengamatan lapangan yang dilakukan untuk memperoleh data primer dan data sekunder, data primer terfokus pada (1) teknis penciptaan desain ukir 3 dimensi, teknis kalibrasi/konversi desain 3 dimensi ke dalam kode G dan proses teknis eksekusi kode G menggunakan mesin CNC menggunakan material kayu (2) pengembangan mebel ukir motif tradisi lokal yang berbasis desain 3 dimensi yang memanfaatkan mesin CNC, sedangkan data sekunder diperoleh peneliti dari literatur yang memiliki korelasi terhadap kajian penelitian untuk melengkapi data primer.

Perolehan data primer menurut dapat diperoleh melalui observasi dengan cara merekam kejadian (proses dan hasil), mengukur dan mencatatnya. Lebih lanjut Moleong (2007) menjelaskan dalam pengamatan dimungkinkan untuk membuat perekaman gambar atau sketsa, diagram,

sosiogram sesuai dengan konteks penelitian yang relevan.

Wawancara

Wawancara dilakukan untuk dapat memperoleh data sekunder maupun data primer yang memiliki korelasi permasalahan penelitian. Adapun wawancara dilakukan secara terukur dan terstruktur dengan menggunakan instrumen penelitian berupa susunan pertanyaan sesuai dengan jadwal penelitian yang telah disusun sebelumnya. Subjek wawancara adalah pelaku industri mebel yang memiliki mesin CNC dengan operator mesin CNC serta penggiat desain 3 dimensi dan narasumber yang memiliki kompetensi di bidang desain mebel.

Studi pustaka

Studi pustaka merupakan salah satu cara yang peneliti terapkan dalam memperoleh data sekunder dari berbagai sumber media dan pustaka seperti buku, majalah, artikel, jurnal, publikasi internet yang terpercaya dan narasumber lain yang memiliki kaitan permasalahan penelitian.

Teknik keabsahan data

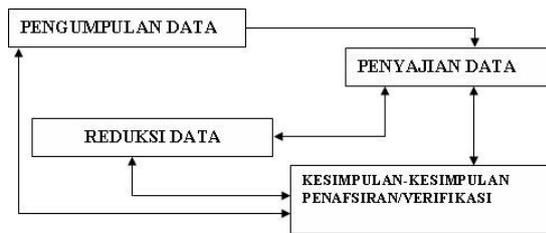
Menentukan keabsahan data dalam penelitian kualitatif diperlukan sebuah derajat kepercayaan yang baik sehingga mampu memberikan tingkat validitas data yang mampu dipertanggung jawabkan secara ilmiah, untuk memenuhi tingkat derajat kepercayaan tersebut dapat ditempuh dengan teknik triangulasi yakni upaya dalam mengecek validitas data yang akan diinterpretasi sebelum di simpulkan (Moleong 2007). Upaya cek validitas data peneliti lakukan komparasi data dengan para ahli atau nara sumber yang mamiliki kepakaran di bidang CNC dan desain produk mebel sehingga mampu memberi penarikan simpulan yang valid.

Teknik analisis data

Pelaksanaan analisis data dilakukan secara komprehensif dan menyeluruh dengan fokus (1) proses penciptaan desain ukir 3 dimensi, proses kalibrasi/konversi desain 3 dimensi ke dalam kode G dan seprta proses teknis eksekusi kode G menggunakan mesin

CNC menggunakan material kayu. (2) pengembangan mebel ukir motif tradisi lokal yang berbasis desain 3 dimensi yang memanfaatkan mesin CNC. Dua fokus tersebut dianalisis dalam kaca mata desain sehingga proses analitiknya mengacu pada kaidah teknis desain dan eksekusi produk. Dalam proses analisis data menganut model alir.

Analisis data model alir dengan pendekatan interdisiplin yang memungkinkan sebuah kasus penelitian dapat dibedah menggunakan disiplin ilmu lain. Perlakuan analisis data didapatkan dengan (1) mengungkapkan realitas dan fakta (2) reduksi data (3) penyajian data (4) penarikan simpulan dan verifikasi. Pengungkapan realitas dan fakta adalah proses pengumpulan data di lapangan berdasarkan hasil temuan selama observasi maupun studi literatur baik berupa data visual maupun data yang relevan dilanjutkan dengan proses reduksi data merupakan proses seleksi data pemilahan dan penetapan kontrol data terhadap jenis data dan korelasi data dengan masalah penelitian yang akan dialami serta komprasi dengan para ahli di bidang permasalahan terkait, dalam proses kontrol dan pengukuran data adalah proses inventarisasi berdasar pada jenis dan korelasi data sehingga dapat di tarik data yang tepat sesuai dengan masalah penelitian. Proses ke tiga adalah penyajian data merupakan proses menampilkan data yang telah direduksi menggunakan pola deskriptif disertai dengan tabel, gambar, statistik angka, diagram maupun matrik yang mendukung data lapangan, sedangkan proses terahir adalah penarikan simpulan dan menentukan sah serta tidaknya data atau proses verivikasi sebagai bagian yang utuh. Model alir Miles dan Hubberman peneliti ambil sesuai dengan karakteristik penelitian yang lebih condong terhadap permasalahan desain dan pengembangannya dalam produk mebel. Berikut peneliti sajikan model analisis penelitian dalam gambar.



Gambar 2. Model Alir analisis data miles & hubberman

Hasil dan Pembahasan

Alur produk mebel berbasis desain 3D

Alur produksi mebel berbasis desain 3 dimensi terbagi atas 3 tahapan dasar yang sering dilakukan dan diterapkan oleh para pelaku industri mebel di kawasan jepara pada umumnya. Tahap pertama meliputi proses cipta desain yang dapat dilakukan dengan manual maupun digital hanya saja saat ini lebih dominan dilakukan dengan proses digital menggunakan piranti komputer sebagai peralatan utamanya, tahap kedua adalah proses *coding* desain dan eksekusi *coding* (kode G) dimana proses ini lebih memfokuskan pada perubahan data desain 3D menjadi data *matric* atau ukuran akis yang sering disebut *G code* atau *M code* sedangkan tahap tiga adalah proses eksekusi *coding* menggunakan mesin CNC atau menjalankan kode G dalam sistem kerja mesin CNC. Tiga tahap dalam paparan alur produksi mebel berbasis desain 3 dimensi dapat dijelaskan secara runtut dalam sub bab berikut:

Proses penciptaan desain ukir 3 dimensi

Proses penciptaan produk mebel berbasis desain 3 dimensi dapat digolongkan menjadi dua yakni desain *parametric* dan desain konseptual hal ini berdasarkan penuturan Teguh (43th) selaku perakit mesin CNC. Desain *parametric* merupakan desain yang mengacu kepada pola terukur yang artinya desain didasarkan pada penyiapan ukuran terlebih dahulu sebelum bentuk model dapat diwujudkan sehingga dalam kamus cipta sederhana ukuran menempati posisi pertama baru setelahnya diikuti dengan pola wujud dari bentuk yang dikreasikan berdasarkan ukuran. Desain *parametric* mengacu kepada batasan ukuran yang harus dipenuhi sehingga presisi ukuran mampu dibuat dengan sangat teliti.

Selain desain *parametric* dapat pula desain 3 dimensi dibuat dengan pola konseptual yakni pola desain 3 dimensi yang berdasarkan pola visual bentuk terlebih dahulu sehingga bentuk lebih mendominasi dari pada ukuran. Meskipun diantara dua desain antara *parametric* dan desain konseptual terlihat saling bertolak belakang sebenarnya tutur Teguh (43th) sudah menemukan titik temu yakni semua bermuara pada ukuran yang diinginkan dalam pembuatan produk meskipun dengan tahapan yang saling bertolak belakang, desain *parametric* dengan pola ukuran terlebih dahulu baru bentuk menyusul atau desain konseptual yang bentuk terlebih dahulu baru ukuran menyesuaikan.

Berdasarkan pemaparan tersebut peneliti mencoba menggali lebih dalam terkait dengan pola penyiapan desain 3 dimensi yang dimaksud oleh nara sumber pertama. Bergeser pada pemain di industri mebel Jepara peneliti mendapati pelaku industri mebel yang bergerak dalam produk sangkar ukir berbahan kayu dengan memanfaatkan mesin CNC. Tajib (45th) menuturkan dalam gudang berukuran mungil 4 x 6 m dengan penuh sesak mesin CNC berjajar yang saat peneliti datang berkunjung sedang tidak ada aktifitas disebabkan rehat posisi perawatan mesin bahwa pembuatan desain ukir 3 dimensi saat ini dapat dibuat dari berbagai cara hanya saja untuk mendapatkan pekerjaan yang sangat presisi dari sisi bentuk dan ukuran maka bentuk desain yang dijabarkan kepada peneliti sangat rumit. Hal ini dapat peneliti amati dari berbagai argumentasi yang muncul dan serba membingungkan bahkan dari sisi ilmiah teknis sukar untuk dipahami. Mungkin hal ini tidak lepas dari posisi peneliti yang tidak terlalu mengerti mengenai teknis pengerjaan desain dengan teknis desain *parametric* yang nara sumber Teguh (43th) jabarkan. Namun setelah peneliti minta dengan bahasa yang umum dimengerti akhirnya dijabarkan mengenai teknis sederhana yang mampu diaplikasi dalam bentuk desain 3 dimensi yang diinginkan dalam matrik berikut.

Matrik 1. Penciptaan Desain Ukir 3 Dimensi

No	Jenis Desain	Teknik	Bentuk	Produk Desain	Luaran
1	Parametric	Manual/digital	2D/3D	Geometris	Bidang Geometris
2	Konseptual	Manual/digital	2D/3D	Organis/Geometris	Ukir dan Relief

Dua jenis desain yang yang dipakai dalam matrik jelas terlihat luaran yang berbeda meskipun dalam penuturan nara sumber pertama bermuara pada level yang sama, akan tetapi berdasarkan penjabaran matrik tetap terdapat perbedaan mendasar yang mampu diperlihatkan yakni desain konseptual lebih unggul untuk pekerjaan yang memiliki luaran produk desain organis dan geometris dengan luaran ukir dan relief, sedangkan untuk jenis desain *parametric* lebih unggul dalam proses produk desain dengan luaran bidang bidang geometris seperti pengerjaan garis lurus, lengkung, lingkaran, segi empat, dan bidang geometris lainnya.

Desain *parametric*

Proses desain *parametric* dapat dilakukan dengan dua teknik pengerjaan yakni teknik manual dan teknik digital. Teknik manual dilakukan dengan menentukan ukuran volume bidang menggunakan panjang, lebar, tinggi dan seterusnya mentukan bentuk yang akan dibuat berdasarkan ukuran volume, setiap bidang yang dibuat ditentukan pengukurannya dengan menggunakan aksis X, Y, dan Z dalam bentuk tabel diatas kertas yang di susun dengan pergeseran tertentu apakah aksis X, Y maupun Z tentunya hal ini didasarkan pada CNC dengan 3 aksis sedangkan untuk 4 aksis penambahan sumbunya berbeda.

Matrik 2. Proses desain *parametric* manual

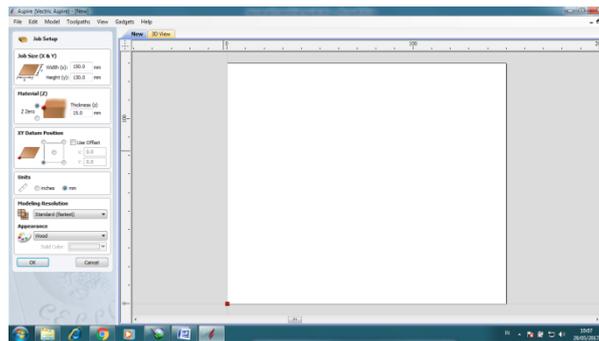
No	Tahapan desain	Bentuk	Satuan	Luaran
1	Ukuran	Satuan ukur volume	Panjang x Lebar x Tinggi	-
2	Gambar model	Gambar proyeksi	mm	-
3	pengukuran	Tabel kode CNC	Aksis X,Y,Z (mm)	Kode G

Tidak jauh berbeda dengan proses manual, di dalam proses digital terdapat alur simulasi kerja CNC dengan berbagai piranti peralatan yang cukup lengkap dan mudah digunakan dari sisi pengoperasionalannya. Penggunaan *software* pendukung kerja mesin CNC yang dapat dibeli di pasaran saat ini seperti Cadcam, Autocad, Artcam, Aspire dan

jenis *software* bawaan mesin CNC seperti Hongfast dan masih banyak yang lainnya merupakan pilihan bagi para konsumen dengan kapasitas yang cukup baik dari sisi *tool* atau peralatan menggambar dan tata kerja pengoperasian desain 3D dengan basis CNC sebagai parameternya.

Matrik 3. Proses desain *parametric* digital

No	Tahapan desain	Bentuk	Satuan	Luaran
1	Ukuran	Satuan ukur volume	Panjang x Lebar x Tinggi	-
2	Gambar model	3D visual	mm/inch	-
3	Pengukuran	Otomatis	Aksis X,Y,Z (mm/inch)	-
4	Konversi desain	Simulasi CNC	-	Kode G

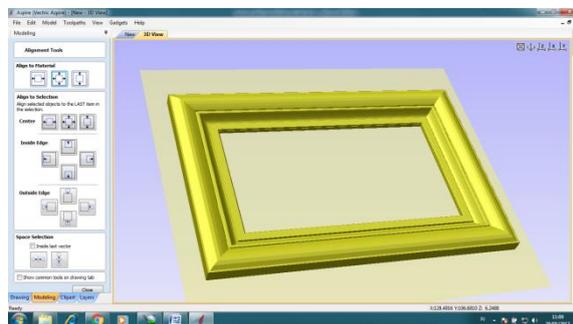


Gambar 3. Model kerja desain parametric menggunakan *software* Aspire

Menggunakan ukuran terlebih dahulu merupakan pola umum yang dimiliki oleh desain *parametric*, sehingga tampak jelas pada gambar 01 yang diperlihatkan untuk membuat sebuah desain terlebih dahulu menentukan ukuran media kerja yang diset terlebih dahulu sehingga akan meminimalkan kesalahan ukuran yang akan dibuat. Keuntungan dari desain *parametric* dapat diperoleh ketepatan ukuran yang diinginkan setidaknya dari ukuran media kerja secara global yakni panjang, lebar, tinggi dan ketebalan serta kemiringan objek dalam desain. Desain parametric lebih cocok dalam membuat desain geometris sehingga ketepatan ukuran setiap milinya dapat dipertanggungjawabkan dengan sangat akurat, hal ini tentunya mampu menjadi nilai jual tersendiri dalam desain parametric yang dianggap kaku dan kurang fleksibel dan berbeda dengan pesaingnya desain konseptual.

menggunakan istilah proporsional, konseptual proposional merupakan acuan yang tepat dalam menciptakan konsep desain tanpa menggunakan ukuran. Konteks proporsional sendiri mengacu pada ukuran yang mendekati ukuran sebenarnya meskipun dibuat lebih besar dan lebih kecil yang dalam istilah parametric disebut skala. Ukuran proposional berpatokan pada ilmu perbandingan objek sehingga bentuk desain dan ukurannya akan menyesuaikan pada bidang terapan yang diperhitungkan secara kasar tanpa harus mempertimbangkan presisi bentuk.

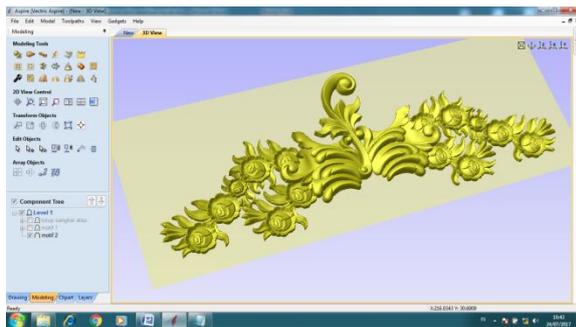
Organis adalah kata yang tepat dalam membentuk desain konseptual karena sifatnya yang lentur, dan cenderung lembut dari sisi bentuk maupun garis yang tidak kaku, dominasi lengkung, menjadi ciri utama desain konseptual. Perkembangan desain konseptual sebenarnya melalui banyak langkah yakni dapat dibuat dengan pola gambar manual 2 dimensi terlebih dahulu diatas kertas kemudian diteruskan dengan mengubahnya dalam bentuk digital melaiu scan maupun foto dan dilakukan penggambaran ulang menggunakan *software* yang mendukung seperti *3ds-max*, *lightwave*, *blender* dan masih banyak yang lain meskipun *software* tersebut dikenal untuk *modelling* objek-objek animasi, namun pada perkembangannya dapat diperuntukkan desain organis produk dalam bentuk desain 3 dimensi.



Gambar 4. Hasil desain *parametric*

Desain konseptual

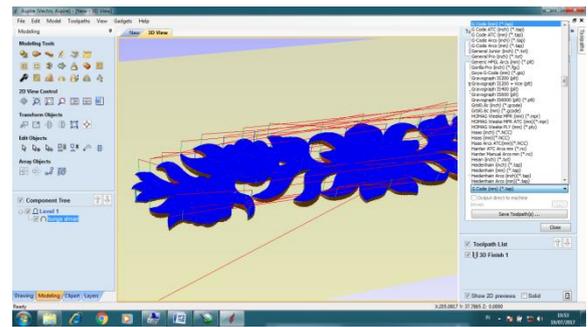
Desain konseptual merupakan proses penciptaan desain dengan mengandalkan konsep bentuk terlebih dahulu daripada ukuran sehingga analisis desain konseptual



Gambar 5. Hasil desain konseptual

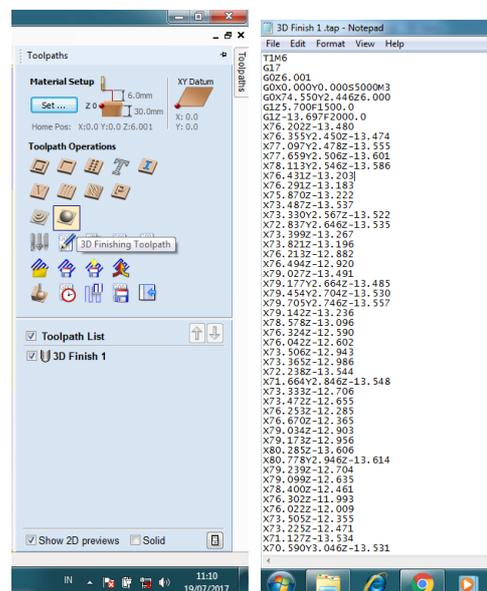
Coding desain dan eksekusi coding (kode G)

Proses pengubahan model desain 3 dimensi menjadi sebuah kode G jika dilakukan dengan konsep manual akan sangat kesulitan meskipun hal tersebut dapat dilakukan. Saat ini proses merubah desain menjadi kode G dapat dilakukan dengan bantuan *software* yang diciptakan untuk kebutuhan konversi gambar desain 3 dimensi seperti *Art-Cam* dan *Aspire* maupun *software* sejenis yang mampu membuat model 3 dimensi sekaligus melakukan proses konversi kedalam kode G. Kode G adalah sebuah rumusan kode yang terdiri dari titik axis X, Y, Z dan kode lain seperti M, yang dibelakangnya di ikuti dengan angka-angka koordinat yang artinya menentukan titik koordinat ukuran dimana mata pisau mesin CNC diposisikan. Umumnya kode G disusun secara berjarak atau berderet sesuai dengan urutan kerja yang disusun secara manual maupun secara otomatis menggunakan *software*. Untuk dapat melakukan proses konversi desain 3 dimensi ke dalam kode G terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan adalah (1) Jenis *software* yang digunakan akan berbeda tampilan dan hasil konversi yang diperoleh, (2). Tipikal format file yang digunakan untuk kode G juga berbeda penerapan sehingga pada umumnya format file yang digunakan lebih umum menggunakan G Code (mm) (*tap)



Gambar 6. Pilihan format file konversi kode G menggunakan *Aspire*

Setelah konversi kode G dilakukan akan didapat hasil kode G yang selanjutnya dapat dibuka dengan aplikasi *notepad* atau langsung dibuka menggunakan program bawaan dari mesin CNC atau program umum yang digunakan seperti *Mac-3*. Terdapat beberapa hal penting sebelum melakukan konversi kode G adalah mengukur dan memastikan ukuran material serta pola penggunaan tool yang tepat seperti pemilihan model mata pisau CNC atau pisau frais dalam pilihan tool yang setiap *software* berbeda tampilan dengan *software* yang lain. Seperti yang peneliti dokumentasikan menggunakan program *Aspire*.



Gambar 7. Versi tool penggunaan model eksekusi mesin CNC dan hasil konversi desain kedalam kode G menggunakan *Aspire*

Proses eksekusi *coding* menggunakan mesin CNC

Eksekusi *coding* kode G menggunakan mesin CNC dilakukan dengan melalui beberapa tahapan yakni, pada tahap awal kode G yang telah dikonversi dimasukkan dalam *software* operating CNC untuk dapat di buka, dalam kasus penelitian ini *software* yang di pakai adalah Mac-3, dalam panel Mac-3 input data kode G dapat di-*load* kemudian dilakukan setting data dengan meletakkan input axis x,y,z dalam satu urutan yang benar sesuai dengan posisi penempatan material olah. Proses selanjutnya ketika sudah didapat posisi axis yang benar dapat dikembalikan setting axis, x, y, z ke posisi awal dengan menekan tombol *software* mac-3 yang dipakai *reff all home*. Setelah semua kondisi setting ukuran mata pisau router CNC sesuai dengan yang dikehendaki proses selanjutnya tinggal menekan tombol cycle start. Cycle start merupakan tombol eksekusi untuk melakukan perintah kerja pembacaan kode G yang sebelumnya telah disimulasikan menggunakan *software* pengolah desain 3D seperti *Aspire*.



Gambar 8. Eksekusi *coding* menggunakan mesin CNC

Tahap proses eksekusi kode G menggunakan mesin CNC sebenarnya tergantung dari kemampuan mesin CNC sendiri, berbagai tipe mesin CNC yang ada dilapangan nyatanya dibuat untuk kepentingan pekerjaan yang berbeda beda sehingga tidak semua mesin CNC dapat ditafsirkan memiliki kemampuan *all around*. Untuk pembuatan model motif ukir yang paling tepat adalah

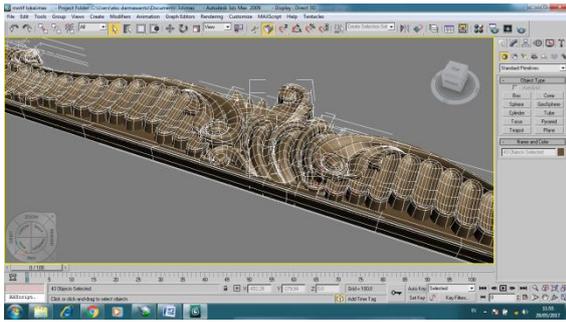
mesin CNC dengan tipe router yang proses pemahatannya tegak lurus secara vertikal, hal inipun masih dapat perlakuan yang berbeda beda tergantung juga kepada jenis pisau dan mata router yang digunakan. Proses eksekusi kode G desain motif ukir setidaknya dilakukan dengan 2 tahapan kerja yakni *roughing* dan *finishing*. *Roughing* adalah proses pemahatan material dengan menggunakan mata pisau router berdiameter besar misalnya 0,6 mm untuk memahat permukaan dengan cepat, kemudian proses kedua adalah finihing yakni mengganti mata pisau router dengan ukuran yang lebih kecil misalnya 0,3 atau 0,1 tergantung dari model pisau yang dikehendaki, hal ini dilakukan untuk membuat permukaan pahatan menjadi lebih detail.



Gambar 9. Hasil ujicoba desain menggunakan mesin CNC Menggunakan motif tradisi

Pengembangan ukir motif tradisi lokal yang berbasis desain 3 dimensi

Penelitian yang dilakukan terkait dengan pengembangan motif ukir tradisi memiliki banyak kendala teknis, yang paling menonjol adalah permasalahan sumber daya manusia yang tidak mampu menguasai motif tradisi meskipun memiliki kemampuan desain 3D, sehingga peneliti mencoba memberikan solusi alternatif yang tetap mengedepankan unsur motif radisi dengan desain yang mengikuti motif pasar. Berikut beberapa konsep desain pengembangan desain motif 3D yang peneliti lakukan bersama dengan menggunakan *software* 3D studio max.



Gambar 10. Desain pengembangan motif lokal

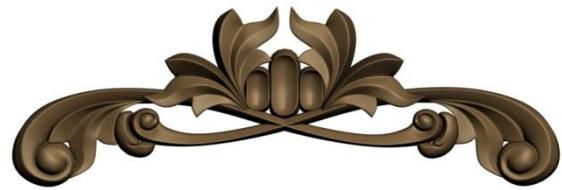
Pengembangan format desain 3D yang mampu di-implementasikan dalam mesin CNC adalah format *Stl* atau *Stereolitho* yang memiliki banyak keunggulan yakni mampu dibaca menggunakan software 3D apapun jenisnya sehingga memiliki sisi fleksibilitas serta keunggulan lainnya yakni kapasitas file yang cenderung kecil sehingga ringan dikonversi kedalam format lain yang sesuai mengingat mesin CNC memiliki beberapa karakter yang berbeda beda tergantung jenis, model dan peruntukannya. Berikut disajikan beberapa hasil pengembangan yang telah dicapai meskipun belum maksimal dari sisi desain maupun proses kerjanya.



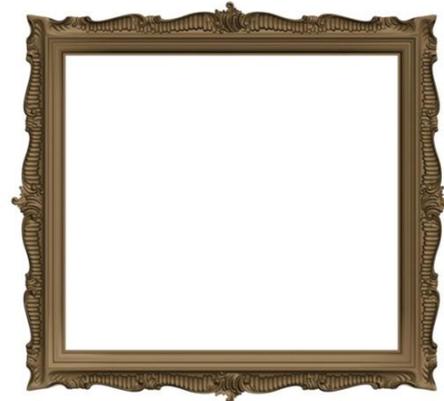
Gambar 11. Hasil pengembangan desain 3D motif lokal 1



Gambar 12. Hasil pengembangan desain 3D motif lokal 2



Gambar 13. Hasil pengembangan desain 3D motif lokal 3



Gambar 14. Hasil pengembangan produk desain 3D motif lokal

Berikut kode G hasil konversi desain motif yang dapat ditampilkan sebagian mengingat setiap kode G hasil konversi desain memiliki ribuan baris sehingga peneliti hanya mampu menampilkan kode G awal pada setiap barisnya.

Konfersi kode G gambar 11.

```
T1M6
G17
G0Z6.001
G0X0.000Y0.000S5000M3
G0X112.148Y11.392Z6.000
G1Z-6.435F1500.0
G1X111.923Z-6.421F2000.0
X111.475Z-6.432
X111.027Z-6.480
X110.750Y11.492Z-6.458
X111.004Z-6.384
X111.512Z-6.330
X112.021Z-6.328
X112.275Z-6.384
X112.529Z-6.516
X112.856Y11.592Z-6.369
X112.623Z-6.333
X112.389Z-6.358
X112.156Z-6.296
X111.690Z-6.265
```

X111.223Z-6.316
X110.990Z-6.366
X110.524Z-6.548
X110.310Y11.692Z-6.522
X110.545Z-6.482
X110.780Z-6.385
X111.015Z-6.321
X111.720Z-6.238
X111.955Z-6.226
X112.190Z-6.261
X112.425Z-6.262
X112.659Z-6.241
X112.894Z-6.290
X113.129Z-6.442
X113.397Y11.792Z-6.586
X112.892Z-6.196
X112.640Z-6.187
X112.136Z-6.242
X111.883Z-6.196
X111.379Z-6.232
X111.126Z-6.270
X110.874Z-6.333
X110.622Z-6.418
X110.370Z-6.441
X110.117Z-6.553
X109.942Y11.892Z-6.551
X110.188Z-6.446
X110.434Z-6.396
X110.680Z-6.392
X110.926Z-6.320
X111.418Z-6.249
X111.910Z-6.217
X112.156Z-6.222
X112.402Z-6.169
X112.648Z-6.156
X112.894Z-6.179
X113.140Z-6.231
X113.386Z-6.441
X113.632Z-6.548
X113.859Y11.992Z-6.671
X113.619Z-6.444
X113.137Z-6.262
X112.656Z-6.155
X112.415Z-6.145
X111.934Z-6.234
X111.452Z-6.268
X110.971Z-6.339
X110.249Z-6.407
X110.008Z-6.492
X109.767Z-6.669
X109.737Y12.010Z-6.705
X109.598Y12.092Z-6.771
X109.847Z-6.590
X110.344Z-6.390
X110.841Z-6.380
X111.835Z-6.260
X112.332Z-6.160
X112.829Z-6.172
X113.077Z-6.194
X113.326Z-6.240
X113.575Z-6.367
X114.072Z-6.778
X114.263Y12.192Z-6.936
X114.021Z-6.570
X113.779Z-6.450
X113.538Z-6.277
X112.812Z-6.171
X112.570Z-6.153
X112.329Z-6.191
X111.845Z-6.295
X111.119Z-6.389
X110.394Z-6.404
X110.152Z-6.476
X109.910Z-6.572
X109.427Z-6.863
X109.236Y12.292Z-6.997
X109.484Z-6.794
X109.733Z-6.623
X110.230Z-6.487
X110.478Z-6.457
X111.224Z-6.448
X111.969Z-6.333
X112.466Z-6.225
X112.715Z-6.203
X113.461Z-6.243
X113.709Z-6.382
X113.958Z-6.479
X114.206Z-6.673
X114.467Y12.299Z-7.090
X114.610Y12.392Z-7.139
X114.367Z-6.789
X114.124Z-6.534
X113.881Z-6.414
X113.638Z-6.348
X113.395Z-6.249
X113.152Z-6.244
X112.666Z-6.280
X112.180Z-6.369
X111.694Z-6.480
X111.208Z-6.532
X110.479Z-6.525
X109.750Z-6.603
X109.507Z-6.762
X109.264Z-6.893

X109.021Z-7.186
X108.914Y12.440Z-7.213
X108.773Y12.492Z-7.456

Konfersi kode G gambar 12.

T1M6
G17
G0Z6.001
G0X0.000Y0.000S5000M3
G0X194.510Y20.876Z6.000
G1Z-6.881F1500.0
G1X193.654Z-6.841F2000.0
X192.544Y20.976Z-6.776
X194.068Z-6.810
X195.592Z-6.918
X196.274Y21.076Z-6.952
X195.033Z-6.835
X193.792Z-6.760
X192.551Z-6.735
X191.806Z-6.756
X191.280Y21.176Z-6.736
X192.720Z-6.693
X194.160Z-6.736
X195.840Z-6.864
X196.800Z-6.971
X197.221Y21.276Z-6.995
X196.249Z-6.872
X195.033Z-6.760
X193.817Z-6.684
X192.601Z-6.653
X191.385Z-6.688
X190.899Z-6.727
X190.610Y21.376Z-6.712
X191.601Z-6.637
X192.840Z-6.616
X194.327Z-6.673
X195.813Z-6.789
X197.052Z-6.929
X197.548Z-7.017
X197.730Y21.443Z-7.028
X197.785Y21.476Z-7.037
X197.539Z-6.972
X196.800Z-6.860
X195.077Z-6.692
X193.599Z-6.604
X192.368Z-6.578
X191.137Z-6.623
X190.399Z-6.693
X190.298Y21.576Z-6.657
X191.522Z-6.557
X192.745Z-6.539

X194.459Z-6.613
X196.172Z-6.759
X197.396Z-6.907
X197.640Z-6.943
X197.885Z-7.000
X197.907Y21.609Z-6.970
X197.994Y21.676Z-6.959
X196.765Z-6.787
X195.045Z-6.623
X193.570Z-6.532
X192.341Z-6.500
X191.358Z-6.526
X190.129Z-6.637
X189.901Y21.776Z-6.627
X190.875Z-6.522
X191.849Z-6.470
X192.824Z-6.468
X194.529Z-6.554
X196.234Z-6.700
X197.452Z-6.845
X198.183Z-6.953
X198.462Y21.876Z-6.960
X196.737Z-6.719
X195.012Z-6.558
X193.533Z-6.464
X192.301Z-6.426
X191.315Z-6.450
X190.330Z-6.532
X189.590Z-6.630
X189.222Y21.976Z-6.647
X190.459Z-6.477
X191.449Z-6.404
X192.685Z-6.396
X194.417Z-6.485
X196.148Z-6.629
X197.385Z-6.770
X198.622Z-6.955
X198.869Z-7.011
X199.126Y22.044Z-7.053
X199.195Y22.076Z-7.048
X198.463Z-6.892
X196.754Z-6.661
X194.801Z-6.485
X193.092Z-6.382
X192.115Z-6.356
X191.383Z-6.369
X190.406Z-6.443
X189.186Z-6.614
X188.942Z-6.657
X188.844Y22.117Z-6.660
X188.754Y22.176Z-6.653
X189.993Z-6.457

X190.736Z-6.373
X191.727Z-6.324
X192.718Z-6.335
X194.700Z-6.451
X196.682Z-6.625
X198.416Z-6.853
X199.159Z-7.000
X199.407Z-7.070
X199.536Y22.276Z-7.072
X199.288Z-6.989
X198.297Z-6.805
X196.563Z-6.588
X194.333Z-6.400
X192.350Z-6.297
X191.359Z-6.296
X190.368Z-6.369
X189.129Z-6.548
X188.634Z-6.641
X188.599Y22.376Z-6.608
X189.823Z-6.404
X190.557Z-6.310
X191.536Z-6.257
X193.004Z-6.298
X195.207Z-6.441
X197.166Z-6.626
X198.634Z-6.831
X199.368Z-6.967
X199.613Z-7.056
X199.636Y22.476Z-7.027
X199.389Z-6.937
X198.154Z-6.727
X196.671Z-6.548
X194.201Z-6.345
X192.472Z-6.251
X191.237Z-6.243
X190.496Z-6.277
X189.260Z-6.452
X188.519Z-6.584
X188.399Y22.576Z-6.574
X189.866Z-6.321
X190.600Z-6.234
X191.578Z-6.217
X192.801Z-6.243
X195.247Z-6.401
X197.204Z-6.582
X198.427Z-6.738
X199.650Z-6.956
X199.693Y22.676Z-6.935

Konfersi kode G gambar 13.

T1M6
G17
G0Z6.001
G0X0.000Y0.000S5000M3
G0X108.266Y48.358Z6.000
G1Z-5.359F1500.0
G1X108.756Z-4.916F2000.0
X109.246Z-4.552
X109.736Z-4.245
X110.716Z-3.762
X110.961Z-3.693
X111.451Z-3.676
X111.696Z-3.688
X112.186Z-3.678
X112.431Z-3.686
X112.920Z-3.679
X113.900Z-3.683
X114.145Z-3.671
X114.635Z-3.682
X114.880Z-3.670
X115.370Z-3.680
X115.615Z-3.672
X116.105Z-3.679
X117.085Z-3.675
X117.330Z-3.688
X117.819Z-3.677
X118.064Z-3.688
X118.554Z-3.678
X118.799Z-3.687
X119.044Z-3.673
X119.534Z-3.685
X119.779Z-3.672
X120.269Z-3.684
X120.514Z-3.670
X121.004Z-3.682
X121.249Z-3.670
X121.739Z-3.681
X121.984Z-3.672
X122.229Z-3.686
X122.718Z-3.674
X122.963Z-3.688
X123.453Z-3.675
X123.698Z-3.689
X124.188Z-3.677
X124.433Z-3.689
X124.923Z-3.679
X125.168Z-3.687
X125.413Z-3.673
X125.903Z-3.686
X126.148Z-3.671

X126.638Z-3.684
X126.883Z-3.670
X127.372Z-3.682
X127.617Z-3.670
X128.107Z-3.681
X128.352Z-3.672
X128.597Z-3.687
X129.087Z-3.674
X129.332Z-3.689
X129.822Z-3.676
X130.067Z-3.691
X130.557Z-3.677
X130.802Z-3.690
X131.047Z-3.674
X131.537Z-3.688
X131.782Z-3.673
X132.271Z-3.686
X132.516Z-3.671
X133.006Z-3.685
X133.251Z-3.669
X133.741Z-3.683
X133.986Z-3.670
X134.231Z-3.686
X134.721Z-3.672
X134.966Z-3.688
X135.456Z-3.674
X135.701Z-3.690
X136.191Z-3.676
X136.436Z-3.692
X136.926Z-3.678
X137.170Z-3.691
X137.415Z-3.674
X137.905Z-3.689
X138.150Z-3.672
X138.640Z-3.687
X138.885Z-3.671
X139.375Z-3.685
X139.620Z-3.669
X140.110Z-3.683
X140.355Z-3.670
X140.600Z-3.687
X141.090Z-3.672
X141.335Z-3.689
X141.824Z-3.675
X142.069Z-3.691
X142.559Z-3.677
X142.804Z-3.693
X143.294Z-3.679
X143.539Z-3.691
X143.784Z-3.674
X144.274Z-3.689
X144.519Z-3.672
X145.009Z-3.687
X145.254Z-3.670
X145.744Z-3.685
X145.989Z-3.669
X146.234Z-3.686
X146.723Z-3.671
X146.968Z-3.688
X147.458Z-3.673
X147.703Z-3.690
X148.193Z-3.675
X148.438Z-3.692
X148.928Z-3.677
X149.173Z-3.694
X149.418Z-3.676
X149.908Z-3.692
X150.153Z-3.674
X150.643Z-3.690
X150.888Z-3.672
X151.378Z-3.688
X151.622Z-3.670
X152.112Z-3.686
X152.357Z-3.669
X152.602Z-3.687
X153.092Z-3.671
X153.337Z-3.690
X153.827Z-3.673
X154.072Z-3.692
X154.562Z-3.675
X154.807Z-3.694
X155.297Z-3.678
X155.542Z-3.695
X155.787Z-3.676
X156.277Z-3.693
X156.521Z-3.674
X157.011Z-3.691
X157.256Z-3.672
X157.746Z-3.688
X157.991Z-3.670
X158.481Z-3.686
X158.726Z-3.669
X158.971Z-3.688
X159.461Z-3.671
X159.706Z-3.691
X160.196Z-3.674
X160.441Z-3.693
X160.931Z-3.676
X161.176Z-3.695
X161.665Z-3.678
X161.910Z-3.696
X162.155Z-3.676
X162.645Z-3.693
X162.890Z-3.674

X163.380Z-3.691
 X163.625Z-3.671
 X164.115Z-3.689
 X164.360Z-3.669
 X164.850Z-3.687
 X165.095Z-3.669
 X165.340Z-3.690
 X165.830Z-3.672



Gambar 15. Motif Gunungan Wayang Jawa

Konfersi kode G gambar 15

T1M6
 G17
 G0Z6.001
 G0X0.000Y0.000S5000M3
 G0X237.105Y33.490Z6.000
 G1Z5.700F1500.0
 G1Z-6.848F2000.0
 X233.000Z-6.752
 X230.158Z-6.894
 X229.352Y33.562Z-6.889
 X229.102Y33.590Z-6.884
 X232.860Z-6.687
 X238.811Z-6.826
 X239.124Z-6.849
 X240.393Y33.690Z-6.888
 X238.792Z-6.758
 X233.026Z-6.620
 X230.783Z-6.727
 X228.221Z-6.864
 X227.537Y33.790Z-6.836
 X232.900Z-6.559
 X238.894Z-6.697
 X241.418Z-6.907
 X242.297Y33.890Z-6.915
 X238.835Z-6.628
 X232.854Z-6.496
 X227.503Z-6.772

X226.873Z-6.852
 X226.331Y33.990Z-6.868
 X227.279Z-6.728
 X228.860Z-6.631
 X232.970Z-6.431
 X238.662Z-6.557
 X243.088Z-6.913
 X243.822Y34.090Z-6.908
 X238.760Z-6.498
 X233.065Z-6.369
 X230.534Z-6.482
 X227.370Z-6.653
 X225.788Z-6.883
 X225.337Y34.190Z-6.885
 X227.220Z-6.608
 X228.161Z-6.539
 X232.869Z-6.308
 X238.831Z-6.439
 X244.480Z-6.896
 X245.112Y34.290Z-6.895
 X241.953Z-6.618
 X238.795Z-6.375
 X232.793Z-6.247
 X227.423Z-6.521
 X224.896Z-6.885
 X224.476Y34.390Z-6.882
 X227.328Z-6.469
 X228.278Z-6.408
 X233.031Z-6.180
 X238.735Z-6.310
 X244.755Z-6.788
 X245.706Z-6.906
 X246.275Y34.490Z-6.914
 X244.692Z-6.716
 X238.676Z-6.245
 X232.977Z-6.118
 X227.594Z-6.382
 X225.694Z-6.637
 X224.111Z-6.871
 X223.747Y34.590Z-6.860
 X227.223Z-6.361
 X227.856Z-6.304
 X232.912Z-6.057
 X238.601Z-6.180
 X244.922Z-6.673
 X246.818Z-6.918
 X247.349Y34.690Z-6.921
 X244.828Z-6.599
 X238.840Z-6.128
 X232.852Z-5.996
 X227.494Z-6.268
 X223.396Z-6.846

X223.090Y34.790Z-6.826
X227.535Z-6.202
X232.932Z-5.931
X238.647Z-6.057
X244.996Z-6.556
X247.854Z-6.921
X248.358Y34.890Z-6.922
X244.885Z-6.479
X238.570Z-5.991
X232.887Z-5.870
X227.520Z-6.142
X223.099Z-6.759
X222.784Z-6.806
X222.477Y34.990Z-6.789
X227.240Z-6.114
X227.876Z-6.053
X232.957Z-5.806
X238.673Z-5.933
X244.707Z-6.401
X248.835Z-6.917
X249.309Y35.090Z-6.912
X244.897Z-6.358
X238.594Z-5.867
X232.921Z-5.744
X227.564Z-6.013
X222.522Z-6.716
X222.207Z-6.778
X221.945Y35.190Z-6.791
X222.261Z-6.699
X223.526Z-6.508
X227.638Z-5.942
X233.014Z-5.679
X238.707Z-5.810
X244.715Z-6.278
X249.459Z-6.866
X249.775Z-6.907
X250.215Y35.290Z-6.898
X244.826Z-6.227
X238.802Z-5.753
X233.096Z-5.618
X229.609Z-5.779
X227.707Z-5.876
X222.635Z-6.571
X222.318Z-6.629
X221.684Z-6.805
X221.422Y35.390Z-6.819
X222.375Z-6.558
X223.964Z-6.324
X227.459Z-5.841
X228.412Z-5.777
X232.861Z-5.558
X238.580Z-5.678
X244.935Z-6.178
X250.654Z-6.889
X251.093Y35.490Z-6.883
X246.058Z-6.253
X244.484Z-6.070
X238.504Z-5.613
X232.839Z-5.496
X227.803Z-5.746
X226.859Z-5.862
X222.452Z-6.482
X221.508Z-6.733
X221.194Z-6.824
X220.967Y35.590Z-6.828
X222.228Z-6.474
X222.543Z-6.402
X227.584Z-5.701
X232.941Z-5.431
X238.613Z-5.555
X244.600Z-6.019
X250.902Z-6.790
X251.533Z-6.888
X251.972Y35.690Z-6.895
X250.710Z-6.700
X244.716Z-5.969
X238.722Z-5.499
X233.044Z-5.366
X227.681Z-5.630
X222.634Z-6.326
X222.003Z-6.477
X220.741Z-6.832
X220.515Y35.790Z-6.836
X222.409Z-6.314
X223.041Z-6.208
X227.778Z-5.562
X232.831Z-5.309
X236.937Z-5.389
X238.831Z-5.443
X244.832Z-5.920
X251.148Z-6.694
X252.449Y35.799Z-6.904
X252.823Y35.890Z-6.906
X250.928Z-6.598
X244.612Z-5.834
X238.612Z-5.368
X232.928Z-5.244
X227.875Z-5.493
X227.244Z-5.564
X222.507Z-6.232
X220.612Z-6.746
X220.296Z-6.838
X220.083Y35.990Z-6.838
X222.293Z-6.227

X222.608Z-6.151
X227.660Z-5.447
X233.026Z-5.179
X238.709Z-5.311
X244.707Z-5.783
X251.022Z-6.550
X253.231Z-6.909
X253.640Y36.090Z-6.914

Simpulan

Pengembangan produk ukir dengan basis desain 3 dimensi sangat mampu dilakukan dengan berbagai pertimbangan ekonomis produksi, terdapat berbagai kendala dalam pelaksanaan hal ini disebabkan oleh banyaknya variabel permasalahan yang terjadi selama proses, setidaknya peneliti catat terdapat 4 faktor permasalahan dasar dalam pengembangan produk ukir berbasis desain 3D. (1). Sumber daya manusia yang menguasai desain motif tradisi, saat ini banyak sekali yang menguasai desain 3 Dimensi namun fakta di lapangan yang peneliti temukan adalah tidak satupun dari SDM yang mengerti tentang bentuk dan model motif ukir tradisi, (2). Bahan baku, material kayu sebagai bahan baku yang digunakan harus memiliki grade A yakni material kayu lepas putih untuk dapat dikerjakan dengan mesin CNC *router* sehingga jika digunakan pada material *grade B* atau *C* dapat berakibat buruknya kualitas ukiran yang dibentuk oleh mesin CNC, (3). Pemilihan CNC yang tepat untuk *mass production*, tidak semua CNC dapat digunakan untuk produksi massal terdapat mesin CNC dengan mata tunggal artinya untuk investasi produk masal mebel menggunakan mesin CNC hal ini dapat berakibat pada modal belanja awal yang cukup banyak produksi hanya untuk pembelian alat produksi. (4). *Setting timing* kerja mesin CNC tidak dapat dibuat sama per motif yang dikerjakan sehingga pengukuran durasi waktu untuk skema produksi masal belum dapat dikalkulasi dengan baik.

Empat permasalahan yang peneliti temukan selama penelitian merupakan permasalahan yang krusial dalam melakukan pengembangan produk masal berbasis desain 3 dimensi menggunakan mesin CNC. Dibutuhkan banyak kajian ulang mengenai skema produksi namun dalam segi

pengembangan motif terutama motif tradisi lokal hal ini terbukti mampu dikembangkan serta sangat dimungkinkan dan bukan hal yang mustahil dengan berbagai keunggulan yang diperoleh diantaranya (1). Motif ukir tradisi yang dikembangkan menggunakan desain 3 dimensi dapat diimplementasikan dengan berbagai varian desain dan varian mesin CNC yang berbeda (2). Motif ukir tradisi dengan pengembangan teknologi dapat bersaing dalam pasar internasional dengan proses ketepatan produk yang seragam serta mampu di buat skema efisiensi kerja dengan menambah jumlah peralatan CNC. (3). Motif ukir tradisi masih memiliki nilai jual yang tinggi sehingga pengembangan desain dan parameter desainnya dapat dibuat *coding catalouge* sehingga memudahkan produsen dalam membuat produksi yang sama meski dengan rentan waktu yang relatif lama.

Saran

Permasalahan dan keunggulan yang peneliti dapatkan selama penelitian dalam pengembangan produk ukir berbasis desain 3 dimensi dapat memberikan alur pemahaman serta konsep dasar akan kemungkinan kuat motif ukir tradisi di modernisasi sehingga produsen dapat merasakan dampak ekonomis yang ditimbulkan, untuk tetap menjaga konsistensi produksi, kualitas ukiran, serta keseragaman diperlukan manajemen desain yang terus menerus sehingga proses cipta desain 3 dimensi dapat terus berkembang sesuai dengan tuntutan jaman. Menjaga eksistensi desain ukir 3 dimensi juga tidak lepas dari permasalahan pemahaman akan konsep desain motif ukir tradisi yang harusnya dapat ditunjang oleh pendidikan tinggi dalam hal ini adalah lembaga pendidikan setingkat universitas dengan prodi desain produk kompetensi kekriyaan yang di dalam kurikulumnya mengangkat materi modernisasi teknik pembuatan motif salah satunya dengan menggunakan mesin CNC.

Daftar Pustaka

Adu-Agyem, J., Sabutey, G. T., & Mensah, E. (2013). *New trends in the Ahwiaa wood carving industry in Ghana: Implications for art education and socio-economic*

- growth. *International Journal of Business and Management Review*, 1(3), 166-187.
- Firstiawan, N. (2012). Optimasi Parameter Proses Pemesinan CNC Milling Terhadap Kekasaran Permukaan Kayu Jati Dengan Metode Taguchi. *Jurnal Nosel*, 1(2).
- Guiping, W., Yazhou, J., & Guangwen, Z. (2010). Evaluation method and application of CNC machine tool's green degree based on Fuzzy-EAHP. *Journal of Mechanical Engineering*, 46(3), 141-147.
- Gustami, S. P. (2000). Seni Kerajinan Mebel Ukir Jepara. Yogyakarta: Kanisius.
- Iskra, P., & Hernández, R. E. (2010). Toward a process monitoring and control of a CNC wood router: Development of an adaptive control system for routing white birch. *Wood and Fiber Science*, 42(4), 523-535.
- _____ (2012). Toward a process monitoring of CNC wood router. Sensor selection and surface roughness prediction. *Wood science and technology*, 46(1-3), 115-128.
- Moleong, Lexy. J. 2007. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung. PT. Remaja Rosdakarya
- Puspita, A. A., Sachari, A., & Sriwarno, A. B. (2016). Indonesia Wooden Furniture: Transition from the Socio-Cultural Value Leading to the Ecological Value. *Journal of Arts and Humanities*, 5(7), 1.
- Raharjo, S., Rubijanto, R. J., & Solechan, S. (2015). Rancang Bangun Mesin Ukir Otomatis IbM Mebel Ukir Kayu Di Desa Banjar Agung Bangsri Kabupaten Jepara. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1 (1).
- Rohidi, Tjetjep Rohendi. 2011. *Metodologi Penelitian Seni*. Semarang. CV.Cipta Prima Nusantara Semarang
- Raju, K. V. M. K., Janardhana, G. R., Kumar, P. N., & Rao, V. D. P. (2011). Optimization of cutting conditions for surface roughness in CNC end milling. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 12(3), 383.
- Seventyani, D. (2013). *Pengertian Nirmana dalam Konsep Desain*.