

- Word Count: 2773

Plagiarism Percentage

3%

sources:

- 1 1% match (Internet from 15-Jan-2018)
<http://www.homemade-modern.com/ep99-diy-cnc-spiral-staircase/>
- 2 1% match (Internet from 25-Sep-2016)
<http://kholisnast.blogspot.com/2012/05/peranan-teknologi-digital-pada-era.html>
- 3 1% match (Internet from 12-Sep-2017)
http://repository.upi.edu/12975/9/S_TB%20_0907167_Bibliography.pdf
- 4 < 1% match (Internet from 22-Oct-2006)
<http://www.seebooks.com/kiadok/?kiado=260>
- 5 < 1% match (Internet from 24-Sep-2014)
<http://teknik.ub.ac.id/wp-content/uploads/2013/09/MESIN.pdf>

paper text:

Implementasi Teknologi CNC dalam Desain Arsitektur CNC Technology Implementation in Architectural Design Bramasta Putra Redyantanu Universitas Kristen Petra ??????? Studi ini bertujuan untuk mengeksplorasi ragam jenis pemanfaatan teknologi CNC (Computer Numerical Control) dalam dunia desain arsitektur. Teknologi komputasi semakin lama semakin berkembang, tidak terkecuali dalam pabrikan komponen yang berbasis digital. Berbagai olahan bentuk dan pola yang dahulu sulit sekali diterapkan dalam realita, dewasa ini sangat terbantu oleh teknologi berbasis komputer dengan sistem kontrol numerikal. Sistem kerja komputer ini dapat dikontrol dengan sistem angka numerik yang akurasiya terbilang cukup tinggi. Eksplorasi dalam desain pun sangat terbantu dan semakin meluas, termasuk dalam dunia arsitektur. Berbagai ide menarik, baik dalam analisis, proses, simulasi, sampai pada penerapannya pada desain dapat diakomodasi dengan mudah. Ragam implementasi ini dieksplorasi, dengan memakai studi kasus dari beberapa penerapan yang ada dalam dunia arsitektur sendiri. Tujuan dari studi ini adalah mendokumentasikan variasi aplikasi dari penggunaan teknologi CNC ke dalam proses dan implementasi desain, dengan melihat kelebihan pada masing-masing bagiannya. Kata kunci: Implementasi Teknologi CNC, Desain Arsitektur, Desain Digital ??????? This study aims to explore the variety of CNC (Computer Numerical Control) technology implementation in the world of architectural design. Computing technology is growing rapidly, including in manufacturing process of digital based components. Various type of forms and patterns that used to be very difficult to apply in reality, now is very easy with the help of computer based numerical technology system. Computer working system that can be controlled with numerical system has high accuracy. Exploration in the process of design, including in architectural design is greatly facilitated.

Interesting ideas, whether in analysis, process, simulation, until application of the design can be easily accommodated. These various implementations are explored, using case studies of some applications in the world of architectural design itself. The goal is to document the variations of CNC applications in the process and applications of architectural design, by considering the pros of it. Keywords: CNC Technology Implementation, Architectural Design, Digital Design ?????????????? Perkembangan teknologi komputer, khususnya CNC (Computer Numerical Control) dewasa ini sangatlah pesat. Pengertian CNC sendiri adalah proses operasi sebuah mesin mekanikal untuk kegiatan produksi yang sepenuhnya dikontrol dengan menggunakan komputer berbasis data berupa angka-angka. Semakin populernya teknik manufaktur ini, berdampak pada semakin banyaknya juga variasi penerapannya dalam dunia desain berbasis digital. Desain grafis, produk, interior, sampai arsitektur tidak luput dari penggunaan teknologi ini. Menurut Materns dan Brown (2005)¹, proses desain ini dikenal dengan istilah CAD (computer aided design) sedangkan proses manufakturnya diistilahkan dengan CAM (computer aided manufacture). CAD adalah geometri digital, baik 2 dimensi (vektor) ataupun 3 dimensi (permukaan dan padat) yang memiliki properti lebih seperti dimensi, material dan lain sebagainya. Sedangkan CAM adalah proses mengonversi data digital tersebut ke dalam proses produksi, salah satunya dengan teknologi CNC. Awalnya, desain arsitektur berproses secara manual. Gambar diciptakan secara manual, kemudian diimplementasikan ke lapangan. Sedangkan sekarang, dengan bantuan teknologi digital, proses tersebut menjadi sangat bervariasi.

Menurut Szalapaj (2005) ², peran dari penggunaan teknologi digital dalam bidang arsitektur adalah

2

: 1. Alat bantu presentasi desain 2. Alat bantu simulasi 3. Alat bantu evaluasi 4. Penghubung desain ke penerapan 5. Penerjemah informasi berbasis digital ke dalam proses manufaktur Menurut Dani Hermawan (2008),

<http://www.iaijabar.org/ruang-publikasi/1237-teknologi-digital-disain-arsitektur.html>

2

(Diakses 05 Sept 2017)³ peran teknologi digital dalam proses desain arsitektur di atas kemudian dapat disederhanakan menjadi analisa, eksplorasi, simulasi serta aplikasi. CNC secara umum merupakan teknik konversi data digital ke dalam proses manufaktur yang sifatnya mekanikal. Sehingga apabila ditinjau dari 4 proses utama desain arsitektur di atas, maka kategori implementasinya akan dapat disempitkan menjadi kategori tahapan proses desain (analisa, eksplorasi, dan simulasi) serta tahapan penerapan desain (aplikasi). Kedua tahap itu membutuhkan teknologi yang dapat memudahkan konversi data digital ke bentukan fisik. Hal ini disebabkan mayoritas desain arsitektur akhir-akhir ini dihasilkan dari data digital. Penerapan CNC dalam proses desain maupun penerapan desain ternyata sudah cukup banyak. Produksi alat simulasi, eksplorasi varian desain, sampai pada produksi bagian bangunan seperti fasade dan elemen dekoratif, merupakan contoh nyata penerapannya. Studi ini menampilkan variasi terkategori dalam proses dan penerapan dari beberapa contoh yang mewakili tiap kategori tersebut. Dari dokumentasi variasi penggunaan teknik CNC ini, diharapkan dapat dilihat seberapa besar peran teknologi tersebut, serta kelebihan atau keuntungan secara spesifik yang muncul pada tiap tahapannya. serta mdf. Tipe kedua adalah mesin CNC berbasis mesin potong router. Perbedaan paling mencolok adalah, alat potong bukan berupa sinar laser, melainkan menggunakan mata bor, yang bergerak dalam 3 aksis. Material yang umum

dipakai pada tipe ini adalah akrilik, kayu, keramik, kuningan tembaga, galvalume, lembaran metal. Berdasarkan paparan di atas, dapat dilihat bahwa material yang dapat diolah dengan menggunakan mesin CNC adalah material yang umum dipakai dalam dunia arsitektur. Kayu, akrilik, kaca, kuningan dan sebagainya, merupakan material yang sangat arsitektural, baik dalam proses desain maupun penerapan desain. Ragam jenis penerapannya serta contoh aplikasi beserta keuntungan yang didapat dari teknologi CNC dalam dunia arsitektur akan dibahas pada bagian berikutnya. ?????? Studi ini merupakan studi eksplorasi yang bersifat kualitatif. Dari kumpulan hasil eksplorasi data literature sekunder berupa desain arsitektural, kemudian akan diklasifikasikan ke dalam kategori proses desain dan penerapan desain. Kategori proses desain merupakan segala penerapan teknologi CNC yang berlangsung sebelum desain final dihasilkan, sedangkan kategori penerapan desain adalah setelah desain diimplementasikan secara nyata pada lapangan. Studi ini diawali dengan mencoba mendalami cara kerja dari teknologi CNC. Secara umum, banyak keuntungan yang didapat dari menggunakan teknik CNC pada proses konversi data digital ke dalam manufaktur mekanik. Menurut Bosan CB (1998)⁴, teknologi CNC memberikan keuntungan secara umum pada produktivitas yang tinggi, akurasi ketelitian, serta kualitas keseragaman produk massal. Basis desain digital yang digunakan sebagai acuan dalam proses produksi tersebut sangat terbantu dengan teknik CAD, sehingga pemakaian teknologi CNC akan lebih efektif, karena waktu produksi dapat lebih singkat, produktivitas tinggi, serta dapat menekan biaya karena produksi yang cenderung akurat. Menurut W.T.Bhirawa (2014)⁵, jenis mesin CNC dibagi ke dalam 2 macam, mesin bubut CNC dan mesin frais CNC. Masing masing pabrikan akan memiliki karakter mesin dan cara kerja tersendiri. Namun secara umum, ada dua sistem yang sering dipakai, yaitu sistem absolut dan sistem incremental. Sistem absolut menempatkan titik awal alat potong dengan acuan titik referensi. Sedangkan sistem incremental, titik awal penempatan alat potong akan selalu berpindah, sehingga titik actual adalah titik terakhir pada proses pemotongan. Mengacu pada tipe mesin CNC, maka terdapat 2 jenis yang lazim dipakai pada pabrikan besar. Tipe pertama adalah mesin CNC berbasis ukir sinar laser, dengan tiga fungsi utama yaitu memotong, mengukur serta memberi marka atau tanda. Material yang dapat dipakai pada tipe ini antara lain adalah akrilik, kayu, kaca, keramik, plastik, ?????????? Penerapan teknologi berbasis CNC terutama dalam dunia desain arsitektur, telah banyak membawa perkembangan dan keuntungan. Variasi dari desain terus menerus berkembang sejalan dengan variasi dari desain berbasis teknologi digital ini. Pembahasan aplikasi teknologi CNC akan dibagi menjadi 2 bagian besar, yaitu implementasi dalam proses desain dan implementasi pada penerapan desain. Implementasi teknologi CNC pada proses desain Proses desain arsitektur secara umum merupakan pencarian solusi atau alternatif terhadap suatu masalah ataupun konteks tertentu. Teknologi CNC berperan pada produksi objek dari proses desain yang dapat disimulasikan atau dieksplorasi, dari skala bangunan, tapak bangunan, detil bangunan serta bentuk prototipe bangunan. Beberapa peran teknologi CNC dalam proses desain ini antara lain : 1. Model Studi Bentuk Bangunan Implementasi teknologi CNC yang pertama adalah pada studi model bentuk bangunan. Desain arsitektur sangat erat kaitannya dengan istilah maket model. Maket model adalah sebuah replika bangunan dalam skala kecil, yang dipakai untuk menguji suatu bentuk tertentu dalam desain. Maket model biasanya digunakan perancang untuk dapat membantu merasakan bentuk secara lebih nyata. Peran CNC pada tahap maket studi bentuk adalah mempercepat proses produksi maket. Desain yang secara digital sudah ada, dapat diproduksi ke dalam bentuk nyata pada skala tertentu, baik menggunakan kayu, akrilik, karton, kaca dan sebagainya. Material ini dibentuk dengan data digital sehingga muncul menjadi sebuah bentuk nyata. Hal ini dapat terlihat pada Gambar 1. Model studi bentuk ini merupakan desain dari firma arsitektur ARA Studio (<https://www.instagram.com/p/BX68vNSn5A1>, diakses 05 September 2017)⁶. Redyantanu: Implementasi Teknologi CNC dalam Desain Arsitektur Material yang digunakan adalah papan kayu beserta panel alumunium untuk menstudikan sebuah bentuk bangunan gedung parkir. Gambar 1. Model bentuk bangunan oleh ARA Studio yang menggunakan CNC (<https://www.instagram.com/p/>

BX68vNSn5A1)6 2. Model Studi Tapak Perancangan Salah satu tapak yang paling sulit diolah dalam sebuah desain arsitektur adalah tapak berkontur. Tapak ini memiliki karakter berlapis, dimana tiap lapisan akan menunjukkan data elevasi dan topografi tertentu. Tidak jarang, sebuah tapak kontur berperan sangat besar pada bentuk arsitektur yang dihasilkan. Konteks kontur seringkali disimulasikan dengan membuat maket untuk bahan dalam studi desain. Salah satu yang menerapkan teknologi CNC dalam memproduksi maket tapak adalah Sekolah Arsitektur Liverpool, pada Gambar 2 dibawah ini (<https://isaworkshop.wordpress.com/2014/11/05/blue-foam-cnc-contour-model>, diakses 05 September 2017)7. Mereka menggunakan material foam yang dibentuk menyerupai tapak kontur asli dengan skala lebih kecil. Keuntungan yang didapat adalah, dengan menggunakan model nyata, kemiringan serta topografi pada tapak dapat dirasakan lebih nyata dibandingkan hanya mengandalkan model kontur berbasis digital. 3. Model Studi Detail Sambungan Keindahan sebuah karya arsitektur salah satunya adalah pada detil. Pemikiran yang sangat sederhana Gambar 3. Model studi sambungan kayu yang menggunakan teknik CNC (<http://mkmra2.blogspot.co.id/2014/08/cnc-cut-wood-joinery.html>)8 namun dapat menyelesaikan masalah terkecil pada bangunan, merupakan sebuah keindahan tersendiri. Salah satu yang memungkinkan untuk didukung dengan teknologi CNC adalah sambungan kayu. Sambungan kayu tanpa bantuan paku, baut dan lain sebagainya, direalisasikan dengan memotong bagian-bagian kayu menjadi potongan yang saling mengunci. Akurasi sangat diperlukan dalam teknik ini, oleh karena itu, teknologi CNC dapat dipakai untuk mensimulasikan sambungan-sambungan kayu. Hal ini dapat terlihat salah satunya pada studi sambungan oleh Mark Meier (<http://mkmra2.blogspot.co.id/2014/08/cnc-cut-wood-joinery.html>, diakses 05 September 2017)8. Pada gambar 3 terlihat alternatif sambungan kayu yang diproduksi dengan teknik CNC. Gambar 2. Model studi tapak perancangan kontur yang menggunakan teknologi CNC (<https://isaworkshop.wordpress.com/2014/11/05/blue-foam-cnc-contour-model>)7 Gambar 4. Model studi bentuk organik dari susunan bidang- bidang kardus (<http://www.archiii.com/2013/07/cardboard-exhibition-pods-design-by-todesign-by-horrocks/>)9 4. Model Studi Prototipe Desain arsitektur erat kaitannya dengan inovasi bentuk. Dengan dukungan teknologi digital, banyak sekali alternatif bentukan baru yang sifatnya organik, tidak kaku dan cenderung plastis. Teknologi CNC mendukung hal tersebut, dengan metode membagi bentukan ke dalam segmen, bentukan organik cukup mudah diproduksi. Seperti desain prototipe yang tertampil pada Gambar 4 ini, karya dari ToDesign (<http://www.archiii.com/2013/07/cardboard-exhibition-pods-design-by-todesign-by-horrocks/>, diakses 05 September 2017)9. Eksplorasi bentukan diproduksi dengan teknik CNC pada material karton kardus bersegmen. Segmen tersebut dirangkai sehingga menghasilkan bentukan tertentu. Implementasi CNC pada penerapan desain. Setelah membahas proses desain pada bagian sebelumnya, implementasi teknologi CNC ternyata tidak terbatas pada hal yang sifatnya pra rancangan. Implementasi pada penerapan desain juga termasuk di dalamnya. Berikut adalah kategori penerapan desain, didasarkan pada ukuran mikro sampai makro pada desain arsitektur. 1. Elemen Furnitur / Perabot Arsitektur merupakan kesatuan desain ruang, baik dari dalam maupun luar bangunan. Salah satu elemen terkecil pada bangunan adalah furnitur. Teknologi CNC telah banyak dipakai untuk memproduksi furnitur. Salah satu karya desain yang menerapkan teknologi CNC adalah kursi karya Ethan Rothermel. Kursi tersebut merupakan kesatuan dari beberapa bidang yang diproduksi dengan teknologi CNC seperti yang terlihat pada Gambar 5a (bagian) dan 5b (kesatuan) ini (<https://archinect.com/erothermel/project/cnc-furniture>, diakses 05 September 2017)10. Gambar 5a. Perabot kursi yang secara digital dirancang menjadi pecahan bidang (<https://archinect.com/erothermel/project/cnc-furniture>)10 Gambar 5b. Perabot kursi yang sudah dirangkai menjadi kesatuan (<https://archinect.com/erothermel/project/cnc-furniture>)10 2. Elemen Interior Bangunan Bagian ruang dalam pada sebuah karya arsitektur seringkali terdiri dari beberapa bagian pembatas. Plafon, dinding partisi, tangga, dan sebagainya merupakan contoh bagian yang dapat dibantu proses produksinya dengan teknik CNC. Seperti yang terlihat pada karya Ben Uyeda ini. Tangga putar ini divariasikan dengan memakai teknik CNC pada bidang kayu. Masing-masing bagian tangga dipecah

menjadi lapisan-lapisan yang kemudian dirangkai dengan penyatuan pada sumbu tengah, seperti terlihat pada Gambar 6 berikut ini

(<http://www.homemade-modern.com/ep99-diy-cnc-spiral-staircase/>,

1

diakses 05 September 2017)11. Gambar 6. Tangga yang diproduksi dengan teknik CNC karya Ben Uyeda

(<http://www.homemade-modern.com/ep99-diy-cnc-spiral-staircase>)

1

11 Redyantanu: Implementasi Teknologi CNC dalam Desain Arsitektur 3. Elemen Eksterior Bangunan 4. Elemen Ruang Publik Kota Bagian luar pada bangunan seringkali didesain Aktivitas ruang luar seringkali diwadahi dengan menggunakan teknologi CNC. Kemungkinan pembatas ruang yang sifatnya artistik, atau seringkali yang terbatas pada era sebelumnya, diperluas dengan diistilahkan seni instalasi. Naungan naungan bantuan teknologi tersebut, sehingga banyak sekali yang diciptakan secara unik, dapat meningkatkan alternatif yang dapat muncul sebagai bagian penutup karakter visual sebuah ruang publik kota. Teknik bangunan. Fasade, merupakan hal yang paling sering CNC juga dapat diterapkan untuk memproduksi hal dieksplorasi polanya dengan menggunakan teknologi tersebut. Salah satunya adalah Hegemonikon, karya CNC. Salah satunya adalah desain karya firma Christina Zeibak dan Daphne Dow. Seperti yang arsitektur URBANE di Aceh. Bangunan Museum terlihat pada Gambar 8 ini, karya instalasi mereka, Tsunami Aceh didesain dengan mentransformasi pola diproduksi dengan menyusun bidang potongan CNC tarian saman menjadi pola fasade yang dilubangi bermaterialkan kayu untuk membentuk naungan dengan teknik CNC seperti yang terlihat pada Gambar unik (<http://www.archdaily.com/285997/>, diakses 05 7 (<https://dekdun.wordpress.com/2011/09/09/aceh-September-2017>)13. tsunami-museum/, diakses 05 September 2017)12. ??????? Dari hasil eksplorasi literatur di atas, terlihat bahwa kemungkinan penerapan teknologi CNC sangatlah banyak. Teknologi CNC sendiri membawa banyak sekali keuntungan pada proses desain maupun penerapan desain arsitektur. Produktivitas yang tinggi, akurasi ketelitian, kualitas keseragaman produk massal merupakan keuntungan umum dari teknik CNC. Berikut adalah rangkuman hasil eksplorasi terapan CNC pada desain arsitektur beserta keuntungan yang didapat didalamnya. Keuntungan implementasi teknologi CNC pada Proses Desain. • Mempermudah proses produksi alat simulasi (maket bentuk, maket tapak, maket prototipe, maket Gambar 7. Fasade Museum Tsunami Aceh hasil transformasi sambungan detail) karena didasarkan pada desain dari tarian saman (<https://dekdun.wordpress.com/2011/09/09/aceh-tsunami-museum/>)12 • Akurasi yang tinggi untuk mendapatkan hasil studi simulasi yang menuntut ketelitian • Mempercepat proses produksi alternatif desain jika dibutuhkan dalam jumlah yang besar. • Membuka kesempatan munculnya bentuk-bentuk baru yang sebelumnya terbatas pada ranah digital saja. • Membantu proses komunikasi ide ke pihak ketiga, seperti klien, kontraktor, dan lain sebagainya dengan bantuan barang nyata. Keuntungan implementasi teknologi CNC pada Terapan Desain • Eksplorasi variasi bentuk atau pola menjadi lebih luas, terutama pada bidang-bidang datar (fasade, partisi, dan lain sebagainya). • Akurasi tinggi pada bagian bangunan yang butuh untuk presisi, dikarenakan langsung terkonversi dari data digital. • Mempermudah produksi elemen dalam jumlah besar terutama pada bagian-bagian yang berulang (modul material terhadap keseluruhan bagian bangunan yang utuh) Gambar 8. Seni instalasi ruang publik kota yang memanfaatkan • Waktu produksi yang cenderung lebih singkat teknologi CNC pada material kayu (<http://www.archdaily.com/285997/>)13 langsung dengan data digital. Selain berbagai keuntungan itu, beberapa hal ??????? yang harus diperhatikan agar desain arsitektur

dapat dikolaborasikan dengan teknik CNC antara lain : 1. Bob Materns, Andre Brown. Computer Aided Architectural Design • Akurasi Data Future 2005. Springer. 2005. Desain berbasis digital harus dibuat dengan akurasi 2.

Peter Szalapaj. Contemporary Architecture and the Digital Design Process. Architectural Press. 2005.

4

tinggi agar dapat dikonversi dengan akurat oleh mesin 3.

Peranan dan Penggunaan Teknologi Digital dalam Proses Disain CNC. Arsitektur, [http://www.iaijabar.org/ruang-publikasi/1237-teknologi-Olahan Data digital-disain-arsitektur.html](http://www.iaijabar.org/ruang-publikasi/1237-teknologi-Olahan%20Data%20digital-disain-arsitektur.html),

3

diakses 05 September 2017 Konversi desain tiga dimensional atau bentukan 4.

Bosan C.B. Computer Aided Design and Manufacture. John & Sons. Wiley

5

1998. arsitektural ke dalam bidang-bidang potong dua 5. W.T. Bhirawa. Penggunaan Teknologi Cad Cam Untuk Membuat dimensional yang dapat dieksekusi oleh teknik CNC Produk. Jurnal Teknologi Informasi Universitas Suryadharma, Vol. untuk kemudian dirangkai menjadi sebuah kesatuan. 3 No. 2 Tahun 2014, pp 161. • Pilihan Jenis Material 6. <https://www.instagram.com/p/BX68vNSn5A1> 7. <https://lsaworkshop.wordpress.com/2014/11/05/blue-foam-cnc-> Batasan material terbatas yang dapat diwadahi contour-model oleh teknik CNC, sehingga dalam mendesain, 8. <http://mkmra2.blogspot.co.id/2014/08/cnc-cut-wood-joinery.html> pertimbangan material dan keteknikannya harus 9. <http://www.archiii.com/2013/07/cardboard-exhibition-pods-design-> dipikirkan secara matang by-todesign-by-horrocks/ 10. <https://archinect.com/erothermel/project/cnc-furniture> • Dukungan Lain 11.

<http://www.homemade-modern.com/ep99-diy-cnc-spiral-staircase>

1

Teknologi CNC bukanlah teknologi tunggal yang 12. <https://dekdun.wordpress.com/2011/09/09/aceh-tsunami-museum-dapat-bekerja-sendiri>. Teknologi ini membutuhkan 13. <http://www.archdaily.com/285997-dukungan-teknologi-lain-seperti-data-digital-bahan-perangkat-lunak-dan-lain-sebagainya> • Biaya Biaya yang cenderung lebih mahal karena menuntut adanya mesin potong berbasis CNC untuk proses manufaktur atau produksi. 51 52 Jurnal Saintek, Vol. 14. No. 2 Desember 2017: 51–56 53 54 Jurnal Saintek, Vol. 14. No. 2 Desember 2017: 51–56 55 56 Jurnal Saintek, Vol. 14. No. 2 Desember 2017: 51–56