

PERAN KEAHLIAN TANGAN DAN DIGITAL DALAM PROSES PERANCANGAN PRODUK OLEH MAHASISWA

THE ROLE OF HAND AND DIGITAL SKILL IN THE PRODUCT DESIGN PROCESS BY STUDENTS

Aloysius Baskoro Junianto

Program Studi Desain Produk, Universitas Agung Podomoro

e-mail: Aloysius.baskoro@podomorouniversity.ac.id

Abstrak

Isu baru telah muncul dengan kehadiran teknologi digital khususnya 3D Printing di dalam proses perancangan produk yang makin lama makin mudah dan terjangkau. Permasalahan yang bisa muncul dengan hadirnya teknologi digital dalam proses perancangan adalah kekhawatiran hilangnya keahlian tangan (*hand skill*) desainer produk yang sejak dulu selalu menjadi keutamaan. Pertanyaannya, bagaimana keahlian tangan ini masih bisa dipertahankan sebagai bagian di dalam proses pembelajaran untuk memperkaya keahlian digital bagi mahasiswa desain produk. Selanjutnya, bagaimana sebuah produk fisik dapat dihasilkan melalui proses hibrida yang melibatkan keahlian tangan dan digital secara bersamaan. Studi ini juga ingin melihat pengaruh kemampuan kognisi dan motorik dalam meningkatkan keahlian digital mahasiswa dalam proses perancangan. Tulisan ini merupakan sebuah penelusuran di dalam proses pembelajaran mata kuliah studio desain produk dengan melihat hasil karya mahasiswa yang melibatkan keahlian tangan dan proses digital baik 2D dan 3D. Secara umum dapat disimpulkan, keahlian tangan masih diperlukan dan mampu untuk digunakan dalam proses digitalisasi sehingga bisa mendapatkan hasil yang diharapkan.

Kata Kunci: Keahlian tangan, Keahlian digital, Pemodelan digital, Kreatifitas

Abstract

Issues had emerged with the presence of digital technology, especially 3D Printing, in the process of designing products that are getting easy and affordable. However, this situation can make craft expertise obsolete and move to digital processes in a series of design processes in lectures. The question is how can this craftsmanship

skill can be maintained as part of the learning process to enrich the digital expertise of product design students. Furthermore, how a physical product can be produced through a process that involves hand and digital expertise simultaneously. This study also wants to see the influence of cognition and motor skills in improving students' digital abilities in the process. This paper is a search of the learning process by looking at student work involving both 2D and 3D digital processes in the lectures of product design studios. In general it can be concluded, hand crafting skills are still needed to be used in the digitization process so be able to get the expected results.

Keywords: *Hand skill, Digital skill, Digital modeling, Creativity*

PENDAHULUAN

Kehadiran teknologi baru dalam proses pengembangan produk melalui metodal digital dari *Computer Aided Design* hingga *Rapid Prototyping* telah banyak mempengaruhi pola kerja dan pola pikir dalam proses perancangan produk. Permasalahan yang bisa muncul dengan hadirnya teknologi digital dalam proses perancangan adalah hilangnya kemampuan tangan (*hand skill*) desainer produk yang sejak dulu selalu menjadi keutamaan. Demikian juga yang terjadi di dalam proses pembelajaran di studio desain produk, di mana perlu menyiapkan mahasiswa dengan kemampuan beradaptasi dengan teknologi baru dalam rangka menyongsong era industri 4.0. Adalah sebuah keniscayaan pentingnya memberikan bekal ini di dalam struktur pembelajaran pada mata kuliah studio desain produk.

Pertanyaannya, bagaimana pengaruh keahlian tangan (*hand skill*) ini bisa diterapkan sebagai bagian di dalam proses pembelajaran untuk memperkaya keahlian digital (*digital skill*) mahasiswa desain produk. Selanjutnya, akan dievaluasi bagaimana sebuah produk fisik dapat dihasilkan melalui proses hibrida yang melibatkan keahlian tangan dan digital secara bersamaan. Studi ini juga ingin melihat pengaruh kemampuan kognisi dan motorik dalam meningkatkan kemampuan digital mahasiswa dalam proses perancangan.

Studi ini merupakan sebuah peninjauan dari pengalaman proses perancangan di mata kuliah Studio Desain Produk 2 yang diintegrasikan dengan mata kuliah Pemodelan Digital 2 yang mencoba menerapkan metoda sketsa dan metoda digital baik CAD Modelling maupun 3D Printing. Tujuan dari studi ini adalah untuk mengevaluasi proses perkuliahan yang melibatkan keahlian tangan dan digital khususnya dalam menyelesaikan tahapan pemodelan (*prototyping*) sesuai dengan kualitas yang diharapkan. Selanjutnya studi ini juga ditujukan untuk mencari metode pengajaran yang efektif pada mata kuliah studio perancangan produk sehingga mendapatkan hasil purwarupa yang mendekati ideal.

LANDASAN TEORI

Treadaway (2007) dalam penelitiannya yang bertajuk *Digital Crafting and Crafting The Digital* menjelaskan bahwa teknologi baru ini banyak memberikan kemudahan

dalam proses kreatif dalam semua tahapan perancangan mulai dari awal hingga akhir. Dengan adanya teknologi baru ini perlu dilakukan hibridisasi antara proses konvensional dan proses digital. Selanjutnya Treadaway (2007) menuturkan pentingnya penggabungan ini yang memerlukan strategi tertentu yang melibatkan aspek kognisi dan motorik sehingga tetap menghasilkan karya yang optimal. Treadaway meyakini peran keahlian tangan dalam era kerajinan digital dengan hadirnya sistem memori dan pengalaman fisik dalam membangun sistem kognisi melalui aspek motorik.

Dijelaskan oleh Busche (2013), ada hal yang mendasari pentingnya keahlian tangan, yang dalam hal ini bisa dimulai dengan sketsa, yaitu terkait dengan sistem memori manusia; bahwa menorehkan ide pada secarik kertas adalah sebuah langkah yang kuat untuk menjangkau sistem memori manusia. Misalnya saja dengan membuat diagram skematik atau membuat sketsa dapat mendorong manusia untuk menggunakan kemampuan memorinya, baik memori jangka pendek dan jangka panjang dalam proses mencari ide-ide untuk pemecahan masalah.

Sketsa juga dapat melatih kemampuan merestrukturisasi ide-ide, seperti dijelaskan oleh Verstijnen, et. al., (2001) bahwa mereka yang lebih berpengalaman dalam membuat sketsa lebih mampu merestrukturisasi ide-ide mereka dalam sebuah struktur yang dapat membantu proses berpikirnya dibandingkan mereka yang belum berpengalaman. Selanjutnya dengan membuat sketsa, kelompok yang berpengalaman akan lebih mudah menemukan solusi karena ide-ide yang lebih terstruktur daripada hanya menilai pada beberapa preseden tertentu sebagai bagian dari pengambilan keputusan.

METODE

Studi ini mencoba melihat proses belajar dari dua aspek keahlian tangan (konvensional) dan digital melalui fase proses desain yang melibatkan kemampuan motorik dan kognitif. Dua mata kuliah diintegrasikan untuk membekali mahasiswa di dalam proses desain ini; yaitu tata kuliah Studio Desain Produk 2 dan mata kuliah Pemodelan Digital 2 (lihat tabel 1).

Tabel 1 Integrasi dua mata kuliah dalam proses desain

Fase	Luaran	Kategori Keahlian	Mata Kuliah
Sintesa	Sketsa ide	Konvensional	Studio Desain Produk 2
3D Modelling	Detail desain, gambar kerja, rendering	Digital	Pemodelan Digital 2
3D Prototyping	Prototyping komponen	Digital	Pemodelan Digital 2
Finishing	Prototyping hasil akhir	Konvensional	Studio Desain Produk 2

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi, 2019*)

Mata kuliah Studio Desain Produk 2 lebih menekankan pada proses desain secara keseluruhan, namun tidak ditujukan untuk melatih dan menilai keahlian digital, sehingga mata kuliah Pemodelan Digital 2 pada semester yang sama bisa disinergikan untuk dapat menilai keterampilan digital mahasiswa dengan membawa studi kasus yang diangkat di mata kuliah Studio Desain Produk 2.

Di dalam mata kuliah Studio Desain Produk 2 (semester 4), mahasiswa diminta untuk merancang set alat makan berupa piring, mangkok, gelas, sendok dan garpu. Secara umum proses fase perancangan sebagai berikut; diawali dengan pencarian data, analisa, sintesa, pembuatan konsep desain hingga fase purwarupa. Mahasiswa semester 4 di dalam kurikulum program studi secara simultan juga mendapatkan mata kuliah Pemodelan Digital 2 di mana di dalam proses pembelajarannya diajarkan material Pemodelan 3 Dimensi yang terintegrasi dengan mata kuliah Studio Desain Produk 2.

Tabel 2 Komponen evaluasi tiap kategori luaran

Luaran	Kategori Keahlian	Komponen Evaluasi
Sketsa ide	Konvensional (tangan)	Proporsi, teknik gambar, aspek informatif
Detail desain, gambar kerja, rendering	Digital	Proporsi / dimensi, detail, rendering
Prototyping komponen	Digital	Proporsi, ergonomi
Prototyping hasil akhir	Konvensional (tangan)	Kemampuan teknik finishing

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi, 2019*)

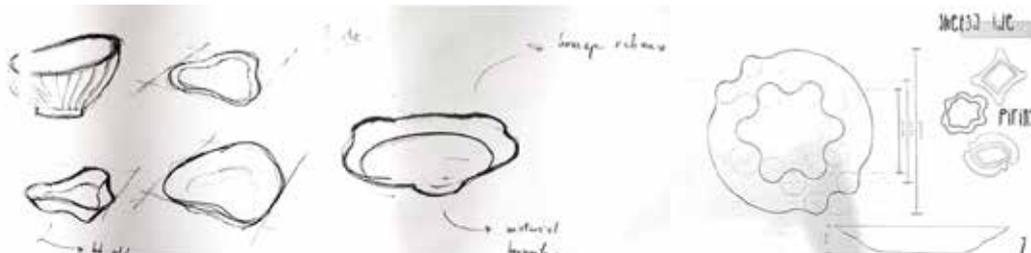
Di dalam mata kuliah Studio Desain Produk 2, ada 8 mahasiswa yang terlibat dalam proses ini. Waktu yang diberikan untuk membuat purwarupa sangat singkat sekitar 2-3 minggu hingga tenggat waktu berakhir. Dengan kurun yang singkat tersebut, jika purwarupa dikerjakan dengan tangan maka sasaran tidak akan tercapai baik dari penyelesaian dan juga kualitas model yang diharapkan. Di dalam proses perancangan produk, salah satu fase yang terpenting untuk memvalidasi ide hasil sketsa dengan membuat purwarupa. Di dalam studio, mahasiswa diminta untuk mewujudkan purwarupa 3 dimensi melalui proses digitalisasi berdasarkan 3d *modelling* yang dibuat melalui *software CAD Rhinoceros*. Hasil 3d digital *modelling* kemudian dilanjutkan ke proses purwarupa dengan 3D Printing menggunakan mesin cetak 3 dimensi *Makerbot Replicator 2*.

Di dalam studi ini, keahlian tangan akan dievaluasi dari hasil sketsa dan akan dilihat keterkaitan kualitas hasil sketsa ide dengan hasil dari proses digitalisasi baik 2 dimensi (CAD Modelling) maupun 3 dimensi (3D Printing) berdasarkan parameter kualitas dari aspek; proporsi benda, teknik, detail dan aspek ergonomi (tingkat kenyamanan dan antropometri) lihat tabel 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai hasil proses pembelajaran dan pembahasan diawali dengan memperlihatkan rangkaian proses yang telah dilakukan mahasiswa beserta evaluasinya. Pada gambar 1 diperlihatkan hasil sketsa tangan mahasiswa yang ditekankan untuk meningkatkan keterampilan atau keahlian tangan melalui sketsa. Seperti dijelaskan oleh Verstijnen (2001), bahwa di dalam proses sketsa ini lebih banyak menekankan untuk memicu kemampuan berpikir melalui restukturisasi ide-ide dalam format visual. Gambar yang memiliki proporsi dan informasi yang memadai diharapkan dapat lebih banyak membantu dalam proses selanjutnya.

Gambar 2 memperlihatkan ketika hasil sketsa ide tersebut diterapkan dalam proses pemodelan digital melalui mata kuliah Pemodelan Digital 2. Di mata kuliah ini capaian pembelajarannya lebih menekankan pada kemampuan mahasiswa untuk mampu membuat objek 3 dimensi dengan *software* CAD dengan lebih akurat. Dari hasil *rendering* pada gambar 2 di bawah terlihat bahwa sudah mahasiswa mampu menerjemahkan secara akurat. Proporsi objek sesuai dengan apa yang telah dibentuk melalui tahapan sketsa (sintesa). Di dalam proses 3D CAD *Modelling*, mahasiswa dapat memfokuskan pada proses penajaman detail objek. Dapat dikatakan bahwa pada prinsipnya fase ini sudah bisa dianggap membangun purwarupa digital. Proses iterasi dari sketsa dan *CAD Modelling* terus dilakukan untuk merealisasikan ide-ide menuju objek 3 dimensinya. Mahasiswa juga dituntut untuk bisa mengejar proporsi benda dan dimensi yang tepat sesuai sketsa. Hal ini juga termasuk dikaitkan dengan aspek ergonomi yang terkait dengan antropometri dan kenyamanan. Walaupun fase ini memiliki luaran digital, namun pada prinsipnya masih bersinggungan dengan proses motorik melalui sketsa.

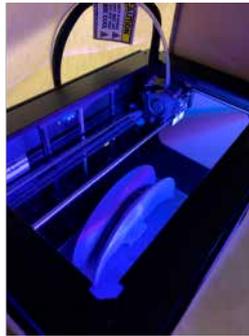


Gambar 1. Hasil Sketsa Ide Produk
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)



Gambar 2. Rendering Produk dengan perangkat lunak Rhinoceros
kiri: karya Antoni, kanan: karya Cindy F.
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Gambar 3 menunjukkan proses 3D Printing, di mana dalam proses ini digunakan 2 buah mesin *Makerbot Replicator 2*, dengan menggunakan filamen jenis PLA (*Polylactic Acid*). PLA sendiri adalah jenis *polymer thermoplastic* yang merupakan turunan dari material biomasa dan lebih ramah lingkungan. Karakteristik material ini memang bukan untuk objek permanen dan hanya digunakan untuk keperluan pembuatan prototipe. Kendala dari proses ini lebih banyak disebabkan oleh keterbatasan mesin itu sendiri yang tidak bisa membuat objek utuh dengan dimensi lebih dari 20 cm persegi, sehingga untuk objek yang besar harus dipecah lagi menjadi beberapa bagian komponen terpisah yang nantinya akan dirakit kemudian. Pembuatan komponen terpisah ini mengharuskan mahasiswa melakukan evaluasi dan pemodelan ulang di *software CAD*. Dalam tahapan pembuatan komponen ini mahasiswa dituntut untuk memahami lagi tentang karakteristik objek yang mereka buat berdasarkan ide dasarnya sehingga harus mengacu kembali kepada data CAD. Dalam tahapan ini perlu ada penyesuaian dari aspek teknis yang akhirnya harus berkompromi dengan ide awal, namun dari hasil pengamatan dosen, ide awal dari proses sketsa yang baik, tidak banyak menemui kendala di dalam proses pembuatan model 3 dimensi ini.



Gambar 3. Proses 3D Printing dengan Makerbot Replicator 2
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Jelas sekali terlihat bahwa di dalam fase ini, kemampuan digital berperan sangat dominan, namun solusi digital tersebut bisa terjawab jika mahasiswa mampu mengambil keputusan berdasarkan purwarupa digital 2 dimensi yang telah mereka buat sebelumnya yang juga mengacu dari sketsa awal. Sehingga di dalam prosesnya tidak memerlukan waktu lama dalam melakukan perbaikan. Permasalahan berikutnya adalah kembali pada alat kerja yang dipengaruhi oleh suhu ruangan dan lamanya proses pencetakan. Di mana satu objek besar bisa memerlukan waktu 5 hingga 7 jam. Di sini mahasiswa harus bisa membuat perencanaan kerja yang baik, karena masih terdapat proses *trial and error* untuk mendapatkan penyetelan yang tepat.

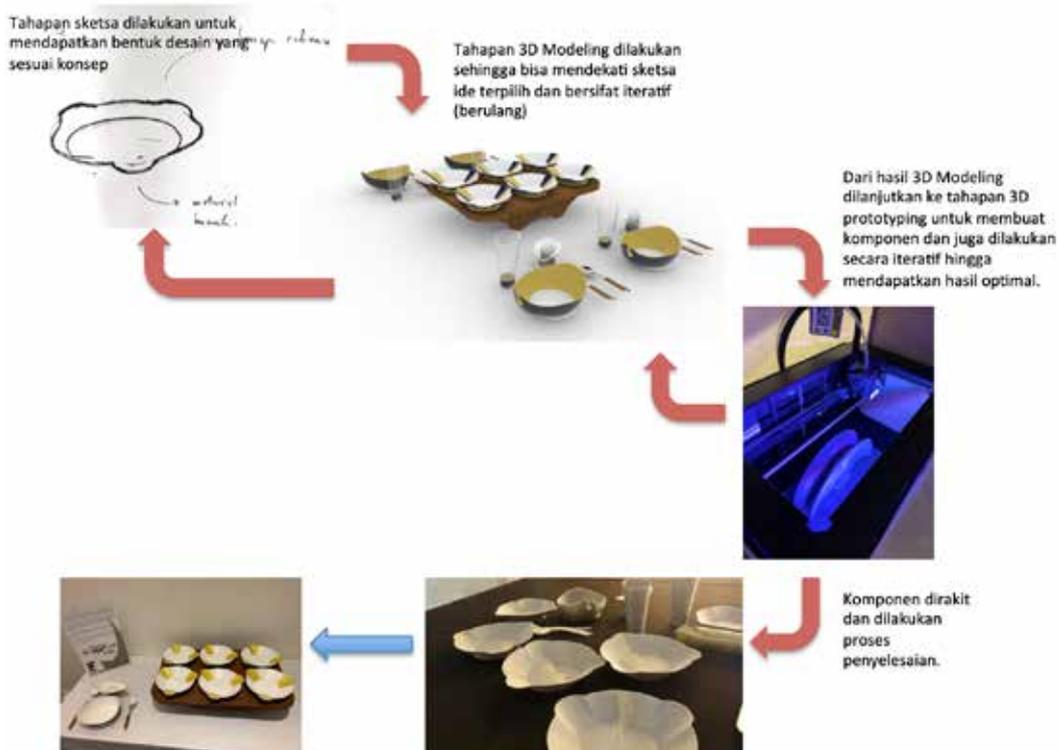
Di gambar 4 adalah hasil luaran 3D Printing dari komponen yang sudah dilakukan perakitan dan penghalusan permukaan objek dengan kertas penghalus (*amplas*). Hasil luaran 3D Printing dengan material PLA tidak memiliki permukaan yang halus karena proses pencetakan menggunakan metode pemanasan material yang dilelehkan dan akan menghasilkan tekstur yang agak kasar.



Gambar 4. Hasil 3D Printing yang sudah dirakit sebelum finishing, kiri: karya mahasiswa Antoni, kanan; karya mahasiswa Cindy Fransiska (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)



Gambar 5. Produk akhir setelah finishing kiri: karya mahasiswa Antoni, kanan; karya mahasiswa Cindy Fransiska (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)



Gambar 6. Rangkaian proses iteratif (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Gambar 6 secara garis besar menjelaskan rangkaian proses desain lebih menekankan pada proses iteratif (berulang), khususnya pada sintesa hingga 3D *prototyping*. Proses tersebut harus berulang karena sifatnya yang lebih condong kepada proses uji coba. Dengan proses uji coba tersebut diharapkan mahasiswa bisa lebih banyak belajar dari pengalaman dan mendapatkan hasil yang lebih optimal. Proses uji coba berulang memang memerlukan waktu lebih panjang, namun diharapkan pada fase setelah 3D *prototyping* dapat menekan tingkat kesalahan seminimal mungkin. Selain itu, pendekatan keahlian tangan harus mendapat perhatian lebih dikarenakan hal itulah yang menjadi dasar dari proses-proses berikutnya.

Selanjutnya dari tabel 2 hingga 4 adalah rata-rata hasil penilaian dosen terhadap hasil mahasiswa yang dibagi sesuai tahapannya; sketsa, 3D CAD Modelling dan *Prototyping* (termasuk proses *finishing*). Secara umum tidak ada mahasiswa yang memiliki nilai buruk atau buruk sekali.

Tabel 3 Hasil Evaluasi Sketsa
Skala 1-5 (1: buruk sekali – 5: bagus sekali)

no	Mahasiswa	Proporsi	Teknik gambar	Gambar informatif	Score akhir
1.	Antoni	5	4	5	14
2.	Audrey	5	5	4	14
3.	Chrisilia	3	3	4	10
4.	Cindy F	4	5	5	14
5.	Cindy Tj	3	5	5	13
6.	Evelyn	3	3	4	10
7.	Joan	4	4	3	11
8.	Jovian	3	3	3	9

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi, 2019*)

Dari tabel hasil evaluasi (Tabel 2 sd 4) bisa dilihat bahwa ada keterkaitan antara sketsa, CAD Modelling dan 3D Printing. Kemampuan visual yang dibangun melalui sketsa tangan bisa memberi pengaruh yang besar terhadap hasil produk akhir yang berkualitas. Kemampuan visual melalui sketsa ini tetap harus menjadi landasan awal dalam proses digitalisasi. Mahasiswa yang sedikit berusaha di fase sketsa memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan mahasiswa yang memberikan banyak usaha di dalam fase sketsa ini.

Dari hasil evaluasi tahapan sketsa ini, (tabel 2) setiap sketsa dievaluasi dari aspek proporsi gambar, teknik gambar dan gambar yang informatif. Di tahapan ini proporsi gambar lebih ditekankan karena akan menjadi modal dasar sebagai acuan untuk fase CAD Modelling. Gambar 1 menunjukkan hasil sketsa milik mahasiswa Antoni yang memiliki nilai proporsi baik sekali. Dalam makalah ini hasil tugas mahasiswa Antoni dijadikan parameter untuk melihat apakah hasil sketsa yang baik dapat menjadi landasan berpikir 3 dimensi. Sebagai catatan, sketsa dilakukan secara konvensional yaitu tetap menggunakan kertas dan pena/pensil, bukan dengan tablet digital. Fase sketsa adalah bagian dari tahapan sintesa, di mana dalam proses berpikir ini, ide-ide harus divisualisasikan dalam sketsa.

Fase sketsa yang melibatkan motorik sebagai bagian dari proses kognitif yang mampu meningkatkan kreativitas menjadi bagian yang penting dan tidak bisa dipisahkan dalam proses secara keseluruhan. Proses sketsa menggunakan memori baik jangka panjang (*long term memory*) maupun *working memory* atau memori jangka pendek secara bersamaan. Proporsi gambar menjadi penekanan besar dalam prosesnya. Tidak banyak mahasiswa yang mampu membuat proporsi gambar produk yang masuk kategori bagus sekali.

Tabel 4 Hasil Evaluasi 3D CAD Modelling
Skala 1-5 (1: buruk sekali – 5: bagus sekali)

no	Mahasiswa	Proporsi gambar	Detail	Rendering	Score akhir
1.	Antoni	5	5	5	15
2.	Audrey	5	4	4	13
3.	Chrisilia	3	3	4	10
4.	Cindy F	4	5	5	14
5.	Cindy Tj	4	5	5	14
6.	Evelyn	3	3	3	9
7.	Joan	4	4	3	11
8.	Jovian	3	3	3	9

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi, 2019*)

Proses iteratif selanjutnya dilakukan secara *vice-versa* antara sketsa dan 3D CAD Modelling, di mana mahasiswa diminta untuk melakukan proses tahap digitalisasi. Di dalam pelaksanaannya, fase CAD Modelling memerlukan waktu 3 kali pertemuan di dalam lab komputer yang dipantau oleh tim dosen pengampu dua mata kuliah; yaitu mata kuliah pemodelan digital dan mata kuliah Studio Desain Produk 2.

Menurut Kamran dan Saxena (2016), 3D Printing harus diawali dengan data CAD Modelling yang akurat, karena data CAD tersebut nantinya akan dikonversi menjadi pola triangulasi supaya algoritma tersebut bisa dibaca bagian per bagian (*layer by layer*) di dalam mesin 3D *printer*. Data CAD yang tidak akurat akan berdampak pada hasil model 3 dimensi dari 3D Printing yang dihasilkan tidak optimal. Di dalam proses pembelajaran ini, dosen memantau proses pemodelan digital di lab komputer di mana mahasiswa harus bisa menerjemahkan sketsa ide ke dalam model CAD 3 dimensi. Masih ada sedikit kendala dari sisi kemampuan CAD mahasiswa yang bisa mempengaruhi hasil akhir, di mana di dalam studi ini belum dilakukan, namun secara umum tidak terlalu berpengaruh besar, sehingga aspek ini diabaikan. Namun paling tidak pemahaman dari fase sketsa menuju CAD Modelling bisa diperoleh manfaatnya bagi mahasiswa.

Tabel 5 Hasil Evaluasi 3D Printing
Skala 1-5 (1: buruk sekali – 5: bagus sekali)

no	Mahasiswa	Proporsi benda	Kenyamanan	Finishing	Score akhir
1.	Antoni	5	5	5	15
2.	Audrey	5	5	4	14
3.	Chrisilia	3	3	4	10
4.	Cindy F	4	5	5	14
5.	Cindy Tj	4	5	5	15
6.	Evelyn	3	3	3	9
7.	Joan	4	4	3	11
8.	Jovian	3	3	3	9

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi, 2019*)

Seperti yang terlihat pada gambar 1 sampai dengan 3 di mana keterkaitan hasil akhir secara visual tidak akan jauh berbeda semenjak fase sketsa. Sketsa yang baik bukan hanya baik secara visual, tapi harus bisa memberikan informasi yang jelas dan proporsi yang benar. Mengapa sketsa menjadi hal yang sangat penting dalam mengawali proses digital ini? Hal ini mungkin sangat terkait dengan proses kreatif, di mana Hayes (1990) menjelaskan bahwa proses kreatif banyak diperlukan di dalam proses pemecahan masalah dan selanjutnya dikatakan bahwa dengan dihadapkan pada permasalahan, maka orang lebih mampu untuk menemukan ide-ide atau solusi kreatif. Hal ini juga sejalan dengan apa yang dijelaskan oleh Verstijnen (2001) yang kurang lebih menekankan pemahaman yang sama mengenai proses kognitif yang melibatkan memori manusia sangat terkait dengan struktur berpikir melalui pembuatan sketsa.

Selanjutnya juga dijelaskan oleh Chen (2007) di dalam studinya *How to Improve Creativity*, di mana hasil eksperimennya menjelaskan tentang penggabungan metode konvensional dan media digital dapat membantu meningkatkan berpikir kreatif dan aktifitas kognitif dan selanjutnya hal ini sangat membantu di dalam fase sketsa di dalam desain konsep. Di dalam studi ini memang sengaja dihilangkan fase pembuatan model 3D dengan tangan di tahapan awal, namun untuk produk dengan kompleksitas yang lebih tinggi sejatinya masih diperlukan fase purwarupa 3 dimensi awal secara cepat dengan teknik tangan untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal. Namun jika terdapat isu dengan waktu, maka perlu dicari cara melalui sketsa ide yang komprehensif di mana bisa memberikan hasil optimal di dalam fase CAD Modelling. Namun demikian, luaran 3D Printing juga memiliki keterbatasan, khususnya dengan alat yang dipakai di dalam studi ini yaitu Makerbot 2, di mana dimensi yang dihasilkan tidak bisa terlalu besar. Sehingga masih terdapat penyelesaian proses akhir (*finishing*) yang masih perlu dikerjakan dengan tangan, yaitu proses assembling (perakitan komponen) dan penghalusan.

Secara garis besar, aspek kognitif dan motorik sudah diterapkan di seluruh fase proses, namun dengan tingkatan yang berbeda. Di tabel 5 berikut dapat dijelaskan

analisa secara kualitatif pada aspek kognitif dan motorik di tiap fase berdasarkan hasil yang dibuat oleh keseluruhan mahasiswa.

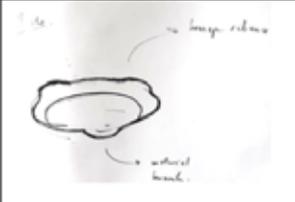
Tabel 5 Analisis Fase Desain

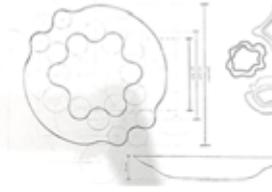
Fase Proses Desain	Luaran	Kategori	Kognitif	Motorik
Sintesa	Sketsa	Konvensional	✓✓✓	✓✓✓
Detail desain	Detail desain, gambar kerja, rendering	Digital	✓✓✓	✓
3D Modeling	Prototyping komponen	Digital	✓✓	✓
Finishing	Prototyping hasil akhir	Konvensional	✓	✓✓✓

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi*, 2019)

Tabel 5 juga menunjukkan peran dua kemampuan kognitif dan motorik terhadap keahlian tangan dan digital diperlukan secara bersamaan dalam rangka menghasilkan produk akhir yang berkualitas. Kemampuan kognitif dan motorik yang tinggi sangat dibutuhkan dalam fase sintesa karena luaran sketsa harus menjadi pijakan awal untuk proses pemodelan digital dan purwarupa selanjutnya. Mahasiswa harus mampu memmanifestasikan pemikiran awal yang dituangkan sketsa sebagai bagian dari proses menstrukturisasi ide-ide seperti yang dikatakan oleh Verstijnen (2001). Fase CAD Modelling memerlukan kemampuan kognisi yang cukup tinggi karena melibatkan kemampuan penguasaan *software* serta proses kreatif secara bersamaan. Selanjutnya di fase 3D Printing, kemampuan motorik dan kognitif tidak terlalu besar, atau dapat dikatakan sangat minim, karena di proses ini sifatnya hanya memantau proses pencetakan. Jika pencetakan gagal maka harus diulang dari awal. Kendala di proses ini lebih banyak terkait dengan waktu pengerjaan dan proses otomatisasi ini sangat tergantung dengan kehandalan sistem yang digunakan. Semakin bagus alatnya, maka kinerjanya semakin tinggi. Yang terakhir adalah fase *finishing*, di mana keterlibatan motorik sangat tinggi mengingat hasil 3D Printing masih harus diselesaikan secara manual dengan tangan.

Tabel 5 Analisis Fase Desain

Hasil Sketsa	Hasil 3D CAD Modelling	Hasil 3D Printing
		
Sketsa ini lebih bebas dan memiliki proporsi baik dan informasi yang memadai.	Hasil 3D CAD Modelling sesuai dengan proporsi sketsa dan mahasiswa cukup mudah menerjemahkan hasil sketsa ke model digital.	Hasil 3D Printing dan <i>finishing</i> produk cukup baik dan cukup sesuai dengan sketsa awal.

		
<p>Sketsa sangat terstruktur dan informatif.</p>	<p>Hasil 3D CAD Modelling cukup baik, mahasiswa cukup mampu menerjemahkan hasil sketsa namun tidak terlalu akurat karena proses iterasi yang kurang.</p>	<p>Proporsi benda sedikit berbeda dengan proporsi pada sketsa karena mahasiswa kurang melakukan proses iterasi di fase sketsa dan 3D CAD Modelling.</p>

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Mahasiswa pada dasarnya mampu mengikuti proses yang diminta oleh dosen, dan capaian pembelajaran di tiap mata kuliah Studio Desain Produk 2, yang meminta mahasiswa mampu mendesain produk dan menghasilkan prototipe produk berdasarkan proses desain yang diminta. Dan selanjutnya, pada mata kuliah Pemodelan Digital 2, yang memiliki capaian pembelajaran di mana mahasiswa harus mampu membuat 3D CAD Modelling kompleks dengan *surface modelling* dapat tercapai dengan baik. Terakhir, semua mahasiswa mampu menyelesaikan proses pembuatan purwarupa dengan bantuan 3D printer, walau hanya sebagian yang mampu menyelesaikan sesuai dengan kualitas yang diharapkan. Proses iteratif juga perlu diterapkan khususnya pada fase sketsa dan 3D CAD Modelling karena terkait dengan penentuan geometri bentuk dan pemecahan masalah. Semakin banyak iterasi yang dilakukan mahasiswa, maka tingkat kesalahan pada proses selanjutnya dapat dikurangi dan mampu mempercepat proses pembuatan prototipe.

KESIMPULAN DAN SARAN

Secara umum dapat disimpulkan, keahlian tangan yang dimulai dari proses sketsa masih sangat diperlukan dalam proses digitalisasi sehingga bisa mendapatkan hasil yang diharapkan. Keahlian digital termasuk *digital prototyping* merupakan metode yang tidak bisa tidak harus dikuasai oleh desainer produk dan harus diajarkan di perkuliahan.

Keahlian digital harus dibentuk melalui proses yang tidak tiba-tiba, tetapi tetap memerlukan kemampuan kognisi yang terjadi karena seiring dengan kemampuan motorik yang terlibat. Keahlian tangan tidak bisa dihilangkan dan tidak akan boleh hilang, justru keahlian tangan harus menjadi dasar dalam proses kreatif baik itu dalam bentuk sketsa dua dimensional maupun keahlian tangan dalam pemodelan tiga dimensional secara manual. Sketsa menjadi sangat vital di dalam rangkaian proses perancangan yang melibatkan proses digitalisasi.

Melalui hasil studi ini, diharapkan dapat memberikan masukan bagi para pengajar mata kuliah studio perancangan produk untuk tetap menekankan kedua aspek keahlian secara bersamaan. Perlu kiranya dicari metode pembelajaran yang lebih tepat dalam kaitannya dengan capaian pembelajaran yang berhubungan dengan peningkatan keahlian khusus mahasiswa desain produk di masa depan yang memiliki kemampuan digital tinggi dan keahlian tangan yang sepadan.

Tantangan di kemudian hari adalah teknologi digital yang semakin mudah dan murah di satu sisi akan memberi banyak kemudahan bagi mahasiswa, namun di satu sisi akan menurunkan keahlian tangan yang seharusnya menjadi dasar utama dalam proses kreatif. Studi lanjutan perlu dilakukan dengan objek-objek desain yang lebih kompleks dan tema tugas yang menuntut kemampuan motorik lebih tinggi. Pemahaman akan geometri dasar melalui mata kuliah dasar desain seperti nirmana datar dan nirmana ruang dapat memberikan keuntungan lebih. Mahasiswa perlu melatih terus kemampuan visual baik dua dimensi dan tiga dimensi dengan sketsa dan olah bentuk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada program studi Desain Produk Universitas Agung Podomoro yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk bisa mempublikasikan karya ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Busche, L. (2013). Hand Sketches – Things You Didn't Know Your Doodles Could Accomplish. *Smashingmagazine.com*
- Chen, Z. R. (2007). How to Improve Creativity. Di *Computer-Aided Architectural Design Futures (CAADFutures) 2007* (hal. 571-583). Springer, Dordrecht.
- Hayes, J. R. (1989). Cognitive processes in creativity. Di *Handbook of creativity* (hal. 135-145). Springer, Boston, MA.
- Kamran, M., & Saxena, A. (2016). A comprehensive study on 3D Printing technology. *MIT Int J Mech Eng*, 6(2), 63-69.
- Treadaway, C. (2007). Digital crafting and crafting the digital. *The Design Journal*, 10(2), 35-48.
- Verstijnen, I. H. (2001). Sketching, Analogies, and Creativity-on the Shared Research Interests of Psychologists and Designers. Di Gero, J. S. (Ed.). (2015). *Studying visual and spatial reasoning for design creativity*. New York, NY, USA: Springer.