

A RIVIEW: JENIS DAN PENCETAKAN 3D (3D PRINTING) UNTUK PEMBUATAN PROTOTYPE

Toto Rusianto¹, Saiful Huda², Hary Wibowo³

Jurusan Teknik Mesin, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Jalan Kalisahak No. 28 Komplek Balapan Yogyakarta

e-mail: [1toto@akprind.ac.id](mailto:toto@akprind.ac.id), [2saiful@akprind.ac.id](mailto:saiful@akprind.ac.id), [3harywib@akprind.ac.id](mailto:harywib@akprind.ac.id)

ABSTRACT

3D printing or additive manufacturing (AM / additive manufacture) is the process of creating 3D objects in any form from a 3D modeling simulation. This paper discusses 3D printing which has become an important topic in aspects of manufacturing technology development. The first discussion about what is meant by rapid prototype and 3D printing and what is an important discussion of 3D printing. The discussion starts from the history of 3D printing and learns about the process of 3D printing and what materials are used in making 3D printing objects. each 3D printing method has the advantage of seeing benefits and providing advantages in scale of production compared to conventional methods.

Keywords: 3D printing, rapid prototype, additive manufacture

INTISARI

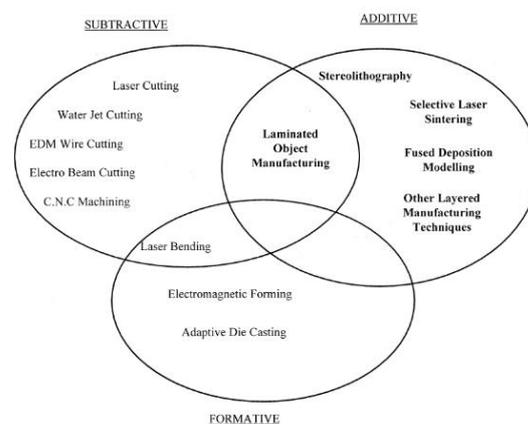
Pencetakan 3D atau manufaktur aditif (AM/additif manufacture) adalah proses untuk membuat objek 3D dalam bentuk apa pun dari simulasi pemodelan 3D. Naskah ini membahas tentang pencetakan 3D yang menjadi topik penting dalam aspek perkembangan teknologi manufaktur. Pembahasan pertama tentang apa yang dimaksud dengan *rapid prototype* dan pencetakan 3D/3D printing dan apa yang menjadi bahasan penting dari pencetakan 3D tersebut. Pembahasan dimulai dari sejarah pencetakan 3D dan mempelajari tentang proses pencetakan 3D dan bahan apa yang digunakan dalam pembuatan objek cetak 3D. masing-masing metode pencetakan 3D memiliki keunggulan lihat keuntungan dan memberikan keuntungan dalam skala produksi dibandingkan metode konvensional.

Kata Kunci: pencetakan 3D, rapid prototype, manufaktur aditif

PENDAHULUAN

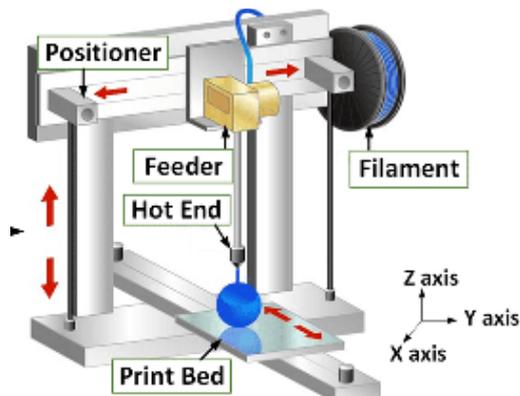
Pencetakan 3 dimensi/3D sekarang telah menunjukkan perkembangan yang sangat pesat. Pencetakan 3D menggunakan perangkat lunak dilakukan dengan mengiris model 3D menjadi beberapa lapisan tipis (tebal 0,01 mm atau kurang). Setiap lapisan kemudian ditelusuri ke lapisan penyusun oleh printer, begitu polanya selesai, bangunan lapisan diturunkan dan lapisan berikutnya ditambahkan di atas yang sebelumnya yang dikenal dengan manufaktur aditif (*additif manufacture/AM*). Teknik manufaktur yang umum dikenal sebagai 'Manufaktur Subtractive' karena prosesnya adalah salah satu menghapus materi dari blok yang sudah ada sebelumnya. Proses seperti tempa, rol, *EDM wire cut* dan pematangan adalah teknik manufaktur subtraktif. Jenis proses ini menghasilkan banyak limbah. Bahan yang terpotong umumnya tidak dapat digunakan untuk hal lain dan hanya dikirim sebagai limbah. Pencetakan 3D menghilangkan limbah tersebut karena bahan yang ditempatkan di posisi yang hanya dibutuhkan, sedang sisanya

akan dibiarkan sebagai ruang kosong. Mempehatikan kriteria tersebut teknik fabrikasi tertentu dapat diklasifikasikan sebagai otomatisasi dan beberapa contoh ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Teknik rapid prototipe berbagai metode manufaktur antara subtrakti, aditif dan formasi

Pencetakan 3D atau manufaktur aditif (AM/additif manufacture) adalah proses untuk membuat objek 3D dalam bentuk apa pun dari model 3D atau sumber data elektronik lainnya (Gokhare, 2017). Pencetakan 3D melalui proses aditif dimana lapisan demi lapisan material berturut-turut diletakkan di bawah kendali komputer. Hideo Kodama dari Nayoga Municipal Industrial Research Institute telah berhasil mencetak benda padat pertama dari desain digital secara langsung melalui printer 3D. Pengembangan printer 3D pertama telah dilakukan oleh Charles W. Hull, yang pada 1984 (Bhandari, 2014) mendesainnya saat bekerja untuk perusahaan yang ia dirikan, 3D Systems Corp. Charles W. Hull adalah pelopor proses pencitraan solid yang dikenal sebagai stereolithography/STL (stereolithographic). Dimana format file masih merupakan format yang paling banyak digunakan saat ini dalam pencetakan 3D. Charles Hull juga dianggap telah memulai prototyping cepat komersial yang bersamaan dengan pengembangan pencetakan 3D. Dia awalnya menggunakan photopolimer yang dipanaskan oleh sinar ultraviolet untuk mencapai efek peleburan dan pematatan. Sejak tahun 1984, ketika printer 3D pertama dirancang dan direalisasikan oleh Charles W. Hull dari 3D Systems Corp, teknologinya telah berevolusi dan mesin-mesin ini menjadi semakin bermanfaat, sementara harganya semakin turun, sehingga menjadi lebih terjangkau (Barrie, 2014) Menariknya, biaya untuk mendapatkan printer 3D telah berkurang dengan kemajuan teknologi. Penggunaan domestik printer 3D telah meningkat dengan biaya rata-rata mulai dari beberapa ratus dolar naik. Namun, satu kelemahan utama adalah bahwa ia membutuhkan keahlian mencetak objek 3D (Mpofu, 2014). Gambar 2 menunjukkan mesin cetak 3D untuk bahan plastik.



Gambar 2. Printer 3 Dimensi dan bagian-bagiannya (Li, Z. 2018)

Saat ini, pemodelan cepat memiliki berbagai aplikasi dalam berbagai bidang kegiatan seperti; penelitian, teknik, industri medis, militer, konstruksi, arsitektur, mode, pendidikan, industri komputer dan banyak lainnya (Bhandari, 2014). Pada tahun 1990, teknologi ekstrusi plastik paling banyak dikaitkan dengan istilah "pencetakan 3D" diciptakan oleh Stratasys dengan nama pemodelan deposisi menyatu (fused deposition modeling /FDM). Setelah awal abad ke-21, telah terjadi pertumbuhan besar dalam penjualan mesin cetak 3D dan harganya telah turun secara bertahap. Pada awal 2010-an, istilah pencetakan 3D dan manufaktur aditif berkembang dimana mereka menjadi istilah alternatif untuk teknologi AM (Matias, 2015). AM digunakan dalam bahasa populer oleh komunitas konsumen dan media, dan yang lainnya digunakan secara resmi oleh industri akhir penggunaan AM bagian produsen, produsen mesin AM, dan organisasi standar teknis global. Kedua istilah mencerminkan fakta sederhana bahwa semua teknologi berbagi tema umum penambahan lapisan demi lapisan material sekuensial di seluruh benda kerja 3D di bawah kendali otomatis (Lee, 2006). Istilah lain yang telah digunakan sebagai sinonim AM termasuk pembuatan desktop, pembuatan cepat/rapid prototype, dan pembuatan perkakas sesuai permintaan. Proses pencetakan 3D dapat dikombinasikan bahan aditif lain menjadi bahan komposit (Klift, 2016; Li, 2018). Metode umum AM menggunakan ekstruder panas untuk menyimpan lapisan termoplastik berurutan, seperti *polylactic acid* (PLA) atau *acrylonitrile butadiene styrene* (ABS) (Vishwakarma, 2017; Nemzer, 2018). Gambar 3 menunjukkan produk sebuah model generator dengan bantuan pencetakan 3D dapat dibuat dengan proses yang cepat dan efisien dalam penggunaan material plastik ABS.



Gambar 3. Sebuah prototipe generator hasil pencetakan 3D menggunakan material ABS.

Prinsip-Prinsip Umum

A. Pemodelan

Model cetak 3D dapat dibuat dengan bantuan paket desain CAD atau melalui pemindai 3D. Proses pemodelan manual dalam menyiapkan data geometris untuk grafik komputer 3D mirip dengan metode *sculpting*. Pemodelan 3D adalah proses menganalisis dan mengumpulkan data tentang bentuk dan penampilan suatu objek. Berdasarkan data ini, model 3D dari objek yang dipindai dapat diproduksi. Baik kreasi manual dan otomatis dari model cetak 3D sangat sulit bagi konsumen dibuat secara manual. Itulah sebabnya beberapa pasar telah muncul selama beberapa tahun terakhir di dunia. Yang paling populer adalah *Shape ways*, *Thingiverse*, *My Mini Factory*, dan *Threading*.

B. Pencetakan

Sebelum mencetak model 3D dari file *.STL, harus diproses oleh perangkat lunak yang disebut "*licer*" yang mengubah model 3D menjadi serangkaian lapisan tipis dan menghasilkan file kode-G dari file *.STL yang berisi instruksi ke printer. Ada beberapa program perangkat lunak *licer* yang *open source* yang ada, termasuk, *Slic3r*, *KISSlicer*, dan *Cura*. Printer 3D mengikuti instruksi G-code untuk meletakkan lapisan berturut-turut dari bahan cair, bubuk, atau lembaran untuk membangun model dari serangkaian penampang model. Lapisan-lapisan ini, yang sesuai dengan penampang virtual dari model CAD, bergabung atau menyatu untuk membuat bentuk akhir model. Keuntungan utama dari teknik ini adalah kemampuannya untuk membuat hampir semua bentuk atau model geometris. Konstruksi model dengan metode yang ada dapat berlangsung mulai dari beberapa jam hingga berhari-hari, tergantung pada metode yang digunakan dan ukuran serta kompleksitas model. Sistem aditif biasanya dapat mengurangi waktu ini menjadi sangat sedikit; sangat bervariasi tergantung pada jenis mesin yang digunakan dan ukuran dan jumlah model yang diproduksi.

C. Finishing

Meskipun resolusi yang dihasilkan printer cukup untuk banyak aplikasi, mencetak versi objek yang agak besar dalam resolusi standar dan kemudian mengeluarkan material dengan proses resolusi lebih tinggi dapat mencapai presisi yang lebih besar. Seperti halnya *Accucraft iD-20* dan *Press Release* mesin lainnya. Teknologi Pabrikasi Internasional menunjukkan beberapa teknik pabrikasi tambahan yang mampu

menggunakan banyak material dalam proses pembuatan komponen.

terlepas dari jenis mesin AM, secara umum, selalu ada delapan langkah berbeda dalam urutan proses:

1. Konseptualisasi dan CAD: Desain bagian 3D / model dengan perangkat lunak Computer Aided Design (CAD).
2. Konversi ke STL: Ubah file CAD dari format perangkat lunak ke format yang lebih terbuka sebagai file STL.
3. Transfer dan manipulasi file STL pada mesin AM: Biasanya menggunakan kartu jaringan, USB, atau SD.
4. Pengaturan mesin: Mengkonfigurasi mesin itu sendiri.
5. Urutan Bangunan: Bangunan aktual dari objek 3D.
6. Penghapusan dan pembersihan bagian: Hapus dari mesin, bersihkan, dan hapus dukungan.
7. Bagian pasca pemrosesan: Finishing permukaan, pengerasan, dll.
8. Aplikasi: Penggunaan bagian.

Langkah-langkah proses dapat diringkas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4



Gambar 4. Langkah-langkah proses pencetakan part 3D

<https://aaq.auburn.edu/node/9907/take>

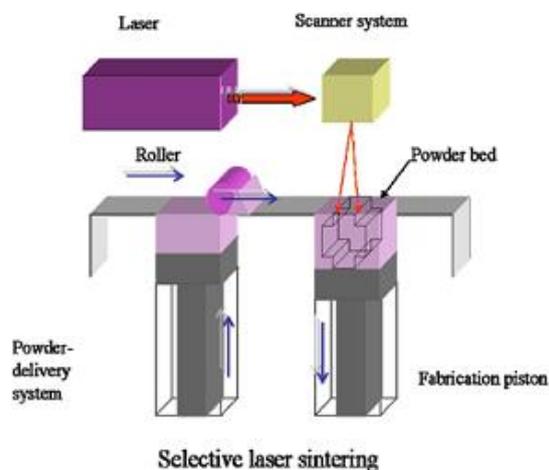
METODE

Banyak proses dan teknologi pencetakan 3D telah ditemukan sejak akhir 1970. Printer pada awalnya sangat besar dan mahal dalam hal apa yang dapat mereka hasilkan. Sejumlah besar proses pembuatan aditif tersedia sekarang. Beberapa metode melelehkan atau melembutkan bahan untuk menghasilkan lapisan, misalkan *Selective Laser Melting* (SLM), sintering laser selektif (*Selective Laser Sintering/SLS*), pemodelan deposisi menyatu (FDM), sementara cara lain memadatkan bahan cair menggunakan teknologi lain yang berbeda, misalkan *stereolithography* (SLA) atau dengan metode *Laminated Object Manufacturing* (LOM) (Jasveer, 2018).

A. Selective Laser Sintering/SLS

Laser Sintering (juga dikenal sebagai LS atau SLS) membangun bagian yang kompleks langsung dari data CAD 3D melalui laser panas yang memadukan atau menyinterkan termoplastik bubuk. Mirip dengan teknologi pencetakan 3D lainnya, ini memungkinkan konsolidasi sebagian dan geometri yang kompleks, namun LS cukup unik karena menghilangkan kebutuhan akan struktur pendukung. Bagian-bagian yang dibangun dengan LS dicetak dalam serbuk serba serba guna; kelebihan serbuk mudah terguncang selama post-processing. Ini adalah cara yang terjangkau untuk membangun bagian produksi yang tahan lama dalam volume rendah. Aplikasi umum termasuk pekerjaan saluran, permukaan kontrol, braket, klip, klem, tangki bahan bakar dan suku cadang bersertifikasi penerbangan.

Selective laser sintering (SLS) dikembangkan dan dipatenkan oleh Dr. Carl Deckard dan penasihat akademis, Dr. Joe Beaman di University of Texas pada pertengahan 1980, di bawah sponsor DARPA. Sintering laser selektif adalah teknik pencetakan 3D yang menggunakan laser sebagai sumber daya untuk menyinter bahan bubuk (kebanyakan logam), bertujuan laser pada titik-titik dalam ruang yang ditentukan oleh model 3D, mengikat bahan untuk membuat struktur yang solid.



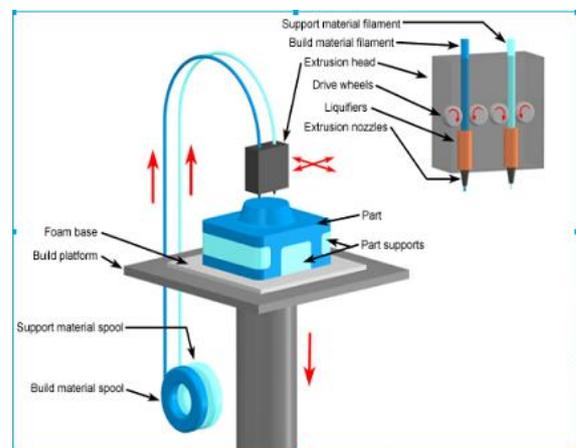
Gambar 5. Skema proses Selective laser sintering/SLS (Peltola, 2008).

Peleburan laser selektif menggunakan konsep yang sebanding, tetapi dalam SLM bahan sepenuhnya meleleh daripada disinter, memungkinkan sifat yang berbeda (struktur kristal, porositas). SLS adalah teknologi yang relatif baru yang sejauh ini terutama telah

digunakan untuk pembuatan aditif dan untuk produksi suku cadang dalam volume rendah.

B. Pemodelan Deposisi Menyatu/Fused deposition modeling (FDM)

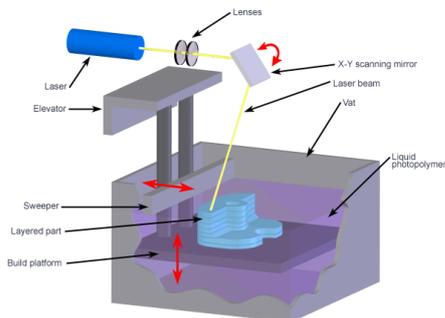
Metode Fused deposition modeling (FDM) dikembangkan oleh S. Scott Crump pada akhir 1980-an dan dirancang pada 1990 oleh Stratasys. Setelah paten pada teknologi ini berakhir, sebuah komunitas pengembangan sumber terbuka lebar untuk dikembangkan dan varian komersial yang menggunakan jenis printer 3D ini bermunculan. Akibatnya, harga teknologi FDM telah turun dua kali lipat sejak penciptaannya. Dalam teknik ini, model diproduksi dengan mengekstrusi manik-manik kecil dari bahan yang mengeras untuk membentuk lapisan. Sebuah filamen atau kawat termoplastik yang dililitkan ke koil tidak dapat dilepas untuk memasok material ke *head nozzle* ekstrusi. Kepala nozzle memanaskan material hingga suhu tertentu dan menghidupkan dan mematikan aliran. Biasanya motor stepper digunakan untuk menggerakkan *head* ekstrusi dalam arah-z dan menyesuaikan aliran sesuai dengan kebutuhan. *Head nozzle* dapat dipindahkan dalam arah horisontal dan vertikal, dan kontrol mekanisme dilakukan oleh paket perangkat lunak *computer-aided manufacturing* (CAM) berjalan pada mikrokontroler. Proses Deposition Modeling (FDM) yang digunakan sedang dalam proses tambahan. Ini adalah salah satu dari beberapa proses aditif seperti Stereo lithography (SL), *Selective Laser sintering* (SLS), dll. Manufaktur Aditif mengikuti komponen konstruksi produk dengan penambahan bahan tambahan. Gambar 6 menunjukkan skema FDM.



Gambar 6. Skema proses Fused deposition modeling/FDM (Chennakesava, 2014)

C. Stereolithography/SLA

Stereolithography adalah teknologi pencetakan 3D awal dan banyak digunakan. Pencetakan 3D diciptakan dengan maksud memungkinkan para insinyur untuk membuat prototipe desain mereka sendiri dalam waktu yang lebih lama dan secara efektif. Teknologi ini pertama kali muncul pada awal tahun 1970. Dr. Hideo Kodama Peneliti Jepang pertama kali menemukan pendekatan berlapis modern untuk stereolithography dengan menggunakan sinar UV untuk menyembuhkan polimer fotosensitif. Pada Juli 1984, sebelum Chuck Hull mengajukan patennya sendiri dan Alain Le Mehaute mengajukan paten untuk proses stereolithografi. Aplikasi paten penemu Prancis diabaikan oleh French General Electric Company dan oleh CILAS (The Laser Consortium). Le Mehaute percaya bahwa pengabaian mencerminkan masalah dengan inovasi di Prancis. Stereolithografi adalah bentuk teknologi cetak 3-D yang digunakan untuk membuat model, prototipe, pola dalam mode lapis demi lapis menggunakan polimerisasi foto, suatu proses di mana cahaya menyebabkan rantai molekul saling terhubung, membentuk polimer. Polimer-polimer tersebut kemudian membentuk benda padat tiga dimensi. Penelitian di daerah tersebut telah dilakukan selama tahun 1970-an, tetapi istilah ini diciptakan oleh Charles W. Hull pada tahun 1986 ketika ia mematenkan proses tersebut. Dia kemudian mendirikan 3D Systems Inc. untuk mengkomersialkan patennya. Gambar 7 menunjukkan skema stereolitgrafik.

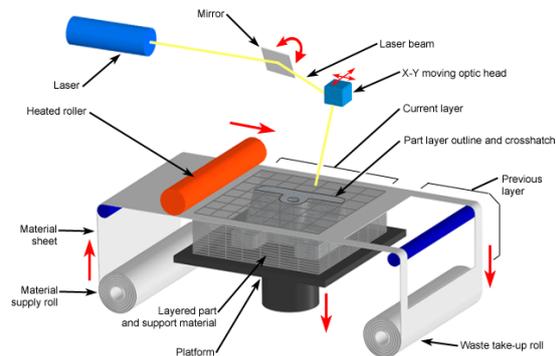


Gambar 7. Stereolithography/SLA
(<https://www.custompartnet.com/wu>)

D. Pembuatan Objek Laminasi

Ini adalah teknologi pencetakan 3D yang dikembangkan oleh Helisys Inc. (sekarang disebut sebagai *Cubic Technologies*) (Pirjan, 2013). Di dalamnya, lapisan kertas yang dilapisi perekat, plastik, atau laminasi logam secara berturut-turut disatukan dan dipotong sesuai bentuk dengan pemotong laser. Objek yang dicetak dengan teknik ini dapat dimodifikasi dengan

pemesinan setelah proses pencetakan. resolusi lapisan tipikal untuk proses ini ditentukan oleh bahan baku material dan biasanya berkisar pada ketebalan dari satu ke beberapa lembar kertas, skema LOM dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Laminated Object Manufacturing/LOM
(<https://www.custompartnet.com/wu>)

Keuntungan

1. Time-to-Market: Pencetakan 3D memungkinkan ide berkembang lebih cepat. Mampu mencetak konsep pada hari yang sama dan dirancang untuk mengurangi proses pengembangan yang mungkin dapat berbulan-bulan menjadi beberapa hari, membantu perusahaan tetap selangkah lebih maju dari yang lain.
2. Menghemat uang: *Prototyping* alat cetakan injeksi dan produksi kontinu adalah investasi yang mahal. Proses pencetakan 3D memungkinkan pembuatan suku cadang atau alat melalui manufaktur aditif dengan harga jauh lebih rendah dari permesinan tradisional.
3. Mengurangi Risiko: Mampu memverifikasi desain sebelum berinvestasi dalam alat cetakan yang mahal yang dan sepadan dengan beratnya produk plastik cetak 3D. Jauh lebih murah untuk mencetak prototipe uji 3D daripada mendesain ulang atau mengubah cetakan yang ada.
4. Umpan Balik: Dengan prototipe, dapat menguji pasar dengan mengungkapkannya di pameran dagang, menunjukkannya kepada pembeli atau meningkatkan modal dengan melakukan pra-penjualan. Mendapatkan respons pembeli terhadap produk sebelum benar-benar berproduksi adalah cara yang

berharga untuk memverifikasi bahwa produk tersebut memiliki potensi pasar.

5. *Sensation*: Satu hal yang tidak bisa didapatkan gambar atau prototipe virtual di layar komputer, dengan prototipe cetak 3D adalah cara sesuatu terasa lebih nyaman. Jika ingin memastikan ergonomi dan kecocokan suatu produk tepat, konsumen dapat benar-benar memegangnya, menggunakannya dan mengujinya.

6. Personalisasi: Dengan pencetakan 3D, seseorang dapat mempersonalisasi, menyesuaikan bagian agar sesuai dengan kebutuhan mereka secara unik, yang memungkinkan penyesuaian sesuai kebutuhan dalam industri medis dan membantu mengatur orang untuk menguraikan ide mereka di dunia baru.

7. Bangun Imajinasi: Dalam boom seni dan desain digital modern, kemungkinan tidak hanya semakin cepat tetapi juga tanpa batas. Saat sekarang dapat mencetak 3D hampir semua yang mereka bayangkan setelah menggambarnya secara virtual dalam waktu yang relatif singkat, sebuah ide, konsep, mimpi atau penemuan dapat berubah dari pemikiran sederhana menjadi bagian yang diproduksi.

8. bentuk berlubang, persegi, tidak masalah, permesinan telah membatasi desain produk selama bertahun-tahun. Dengan perbaikan di AM, sekarang kemungkinan menjadi tidak terbatas. Geometri yang secara historis sulit dibangun; seperti lubang yang mengubah arah, *overhang* yang tidak realistis sekarang mungkin dan sebenarnya mudah dibangun.

9. Gagal Cepat, Gagal Murah: Pencetakan 3D memungkinkan pengembang produk untuk membuat terobosan pada tahap awal yang relatif murah yang mengarah ke produk yang lebih baik dan lebih cepat (Gokhare, 2017).

Keunggulan

1. Masalah kekayaan intelektual: Kemudahan replika dapat dibuat menggunakan teknologi 3D menimbulkan masalah atas hak kekayaan intelektual. Ketersediaan cetak biru online tanpa biaya dapat berubah dengan organisasi nirlaba yang ingin menghasilkan keuntungan dari teknologi baru ini.

2. Batasan ukuran: Teknologi pencetakan 3D saat ini dibatasi oleh batasan ukuran. Benda

yang sangat besar masih tidak layak ketika dibangun menggunakan printer 3D.

3. Keterbatasan bahan baku: Saat ini, printer 3D dapat bekerja dengan sekitar 100 bahan baku yang berbeda. Ini tidak signifikan jika dibandingkan dengan sejumlah besar bahan baku yang digunakan dalam pembuatan tradisional. Diperlukan lebih banyak penelitian untuk merancang metode yang memungkinkan produk cetak 3D menjadi lebih tahan lama dan kuat.

4. Biaya printer: Biaya membeli printer 3D masih tidak membuat pembelian oleh rata-rata pemilik rumah layak. Juga, printer 3D yang berbeda diperlukan untuk mencetak berbagai jenis objek. Juga, printer yang dapat menghasilkan warna lebih mahal daripada printer yang mencetak objek monokrom.

5. Lebih Sedikit Pekerjaan Manufaktur: Seperti halnya semua teknologi baru, pekerjaan manufaktur akan berkurang. Kerugian ini dapat berdampak besar bagi perekonomian negara-negara dunia ketiga terutama Cina, yang bergantung pada sejumlah besar pekerjaan dengan keterampilan rendah.

6. Produksi barang berbahaya yang tidak diperiksa: Liberator, pistol fungsional cetak 3D pertama di dunia, menunjukkan betapa mudahnya memproduksi senjata sendiri, asalkan orang memiliki akses ke desain dan printer 3D. Pemerintah perlu menemukan cara dan sarana untuk memeriksa kecenderungannya yang berbahaya (Gokhare, 2017).

Aplikasi

1. Industri Aeronautika dan Aerospace mendorong batas kompleksitas desain geometris; evolusi dan peningkatan yang konsisten dari kendaraan menuntut agar bagian-bagian menjadi lebih efisien dan akurat bahkan ketika ukuran kapal menjadi lebih kecil. Inilah sebabnya mengapa optimasi desain sangat penting untuk perkembangan industri. Mengoptimalkan desain bisa jadi menantang ketika menggunakan proses manufaktur tradisional, dan itulah sebabnya sebagian besar insinyur beralih ke Pencetakan 3D.

2. Untuk mendukung pengembangan produk baru untuk industri medis dan gigi, teknologi juga digunakan untuk membuat pola untuk pengecoran logam hilir mahkota gigi dan dalam pembuatan alat-alat di mana plastik

sedang vakum dibentuk untuk membuat pelurus gigi.

3. Untuk sektor perhiasan, pencetakan 3D terbukti sangat mengganggu. Ada banyak minat dan serapan berdasarkan bagaimana pencetakan 3D dapat, dan akan, berkontribusi pada pengembangan lebih lanjut dari industri ini. Dari kebebasan desain baru yang dimungkinkan oleh CAD 3D dan pencetakan 3D, melalui peningkatan proses tradisional untuk produksi perhiasan hingga mengarahkan produksi cetak 3D yang menghilangkan banyak langkah tradisional.

4. Model arsitektur telah lama menjadi aplikasi pokok dari proses pencetakan 3D, untuk menghasilkan model demonstrasi yang akurat dari visi seorang arsitek. Pencetakan 3D menawarkan metode yang relatif cepat, mudah, dan ekonomis untuk menghasilkan model terperinci langsung dari CAD 3D, BIM atau data digital lainnya yang digunakan arsitek.

5. Karena proses pencetakan 3D telah meningkat dalam hal resolusi dan bahan yang lebih fleksibel, satu industri, yang terkenal karena eksperimen dan pernyataan yang keterlaluan, telah mengemuka. Kita tentu saja berbicara tentang aksesoris cetak fashion. 3D termasuk sepatu, headpieces, topi, dan tas semuanya masuk ke jalur cat global.

KESIMPULAN

Kepentingan teknologi cetak 3-D dan dampak sosial meningkat secara bertahap hari demi hari dan memengaruhi kehidupan manusia, ekonomi, dan masyarakat modern. Teknologi Pencetakan 3D dapat merevolusi dunia. Kemajuan dalam teknologi pencetakan 3D dapat secara signifikan mengubah dan meningkatkan cara memproduksi produk dan menghasilkan barang di seluruh dunia. Objek dipindai atau dirancang dengan perangkat lunak *Computer Aided Design*, kemudian diiris menjadi lapisan tipis, yang kemudian dapat dicetak untuk membentuk padatan tiga dimensi. Seperti yang ditunjukkan pencetakan 3D dapat memiliki aplikasi di hampir semua kategori kebutuhan manusia. Perusahaan dan individu manufaktur dapat dengan cepat dan mudah dalam produksi komponen dengan ukuran atau skala apa pun yang hanya dibatasi oleh imajinasi mereka. Pencetakan 3D, di sisi lain, dapat memungkinkan cara yang cepat, andal, dan berulang untuk menghasilkan produk yang dibuat khusus yang masih dapat

dibuat dengan biaya murah karena proses otomatisasi dan distribusi kebutuhan manufaktur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta yang telah memberikan dukungan dana penelitian sehingga dapat dipublikasi dalam jurnal ini dan terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Barrie, J., 2014, 3D Printing: Improving Creativity And Digital-To-Physical Relationships In CAD Teaching, International Conference On Engineering And Product Design Education.
- Bhandari, S., dan Regina, B., 2014, 3D Printing and Its Applications, International Journal of Computer Science and Information Technology Research ISSN 2348-120X. 2(2), pp: 378-380.
- Chennakesava P. dan Narayan . S., 2014, Fused Deposition Modeling -Insights International Conference on Advances in Design and Manufacturing (ICAD&M'14) p.1345-1350
- Klift, F.V.D. Koga, Y., dan Todoroki, A., 2016, 3D Printing of Continuous Carbon Fibre Reinforced Thermo-Plastic (CFRTP) Tensile Test Specimens", Open Journal of Composite Materials, 6, 1827.
- Gokhare, V. G., Raut, D. N., dan Shinde, D. K., 2017, A Review paper on 3D-Printing Aspects and Various Processes Used in the 3D-Printing International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) 6(6).
<https://www.custompartnet.com/wu/>
- Jasveer, S., dan Jianbin, X., 2018, Comparison of Different Types of 3D Printing Technologies, International Journal of Scientific and Research Publications, 8(4).
- Lee, D., Miyoshi, T., Takaya, Y., dan Taeho Ha, 2006, 3D Micro fabrication of Photosensitive Resin Reinforced with Ceramic Nanoparticles Using LCD Microstereolithography", Journal of Laser Micro/Nano engineering, 1(2).
- Li, Z., Rathore, A.S., Song, C., Wei, S., Wang, Y., dan Xu, W., 2018, PrinTracker: Fingerprinting 3D Printers using Commodity Scanners CCS'18, October 15-19, 2018, Toronto, Canada

- Matias, E. dan Rao, B., 2015, 3D printing on its historical evolution and the implications for business”, Proceedings of PICMET: Management of the Technology Age.
- Mpofu, T.P., Mawere, C., dan Mukosera, M., 2014, The Impact and Application of 3D Printing Technology, International Journal of Science and Research (IJSR) 3(6), pp: 2148- 2152.
- Nemzer, L.R., 2018, Data Visualization and 3D-Printing Nova Southeastern University, Bepress, Florida USA.
- Peltola, S. M. and Grijpma, D. W. Melchels, Ferry P.W. and Kellomäki, Minna, 2008, A review of rapid prototyping techniques for tissue engineering purposes, Annals of Medicine, 40(4). p. 268-280.
- Pirjan, A., dan Petrosanu, D.H., 2013, The Impact of 3D Printing Technology on the society and economy”, Journal of Information Systems and Operations Management, 7.
- Vishwakarma, S.K., Pandey, P., dan Gupta, N.K., 2017 Characterization of ABS Material: A Review Journal of Research in Mechanical Engineering 3(5), pp: 13-16.