

DESAIN *PROTOTYPE PART* DENGAN 3D PRINTER MODEL FDM DIMENSION SST 1200ES

Yafid Effendi*, Fajar Danuriyanto

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Tangerang
Jl. Perintis Kemerdekaan I/33 Cikokol-Tangerang
*Email: yafid_effendi@yahoo.com

Abstrak

Tingginya persaingan antar produk-produk industri menuntut dikembangkan sistem produksi yang tepat waktu, efisien dan mampu menghasilkan produk yang berkualitas. Ketersediaan suatu produk baru dipasar ternyata merupakan faktor penentu eksistensi produk tersebut. Dengan mempercepat waktu perealisasi konsep desain menjadi bentuk prototipe sebelum masuk dalam sistem produksi massal merupakan salah satu terobosan untuk memperkuat daya saing produk industri. Pengaplikasian teknologi printer 3D merupakan alasan untuk mereduksi *cycle time* dalam produksi. Salah satunya pembuatan prototipe menggunakan mesin 3D *Printer Fused Deposition Modeling* (FDM) Dimension SST 1200ES. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendesain *prototype part* dengan 3D Printer FDM Dimension SST 1200ES. Hasil penelitian menunjukkan, pengoperasian mesin 3D printer FDM Dimension SST 1200ES ini sangatlah mudah karena mesin ini mempunyai software khusus untuk pengoperasiannya yaitu CatalystEX yang digunakan untuk setting *prototype* yang akan dibuat sesuai dengan kebutuhan. Keuntungan membuat prototipe dengan menggunakan mesin 3D printer ini adalah hasil *prototyping* kuat, stabil, presisi, efisien dan biayanya murah.

Kata kunci: *prototipe, mesin 3D Printer FDM Dimension SST 1200ES, efisien.*

1. PENDAHULUAN

Tingginya persaingan antar produk-produk industri menuntut dikembangkan sistem produksi yang tepat waktu, efisien dan mampu menghasilkan produk yang berkualitas. Ketersediaan produk baru dipasaran ternyata merupakan faktor penentu eksistensi produk tersebut. Perealisasi suatu konsep desain menjadi bentuk produk massal dituntut melalui proses produksi yang secepat mungkin. (Susilo, 2007)

Jika dalam suatu konsep desain produk menjadi bentuk prototipe saja masih menggunakan proses-proses yang konvensional, seperti machining, casting, forming dan lain-lain, yang relatif memakan waktu yang cukup lama dalam prosesnya. Pada akhirnya akan malah memperlambat dan menambah biaya lebih pada proses pengembangan produknya.

Kondisi yang demikian mengarahkan berbagai pengembangan proses produksi

baik dari sisi desain, *planning* maupun pelaksanaan proses di lapangan produksi. Penerapan teknologi 3D *printing* untuk proses *prototyping* telah terbukti mampu secara cepat membantu memberikan umpan balik pada konsep desain atau inovasi pengembangan produk dan mengeliminasi kesalahan sebelum masuk proses pabrikasi. Pada akhirnya secara signifikan akan mereduksi *cycle time* dalam produksi, meningkatkan kualitas produk dan biaya perawatan mesin (Tseng dan Tanaka, 2000). Teknologi 3D *printing* dalam prosesnya tidak membutuhkan peralatan bantu maupun perkakas potong. Untuk membuat suatu *prototyping* produk dilakukan secara langsung dari data komputer grafis dan dikerjakan lapisan demi lapisan menjadi sebuah *prototype* produk (Beaman et al., 1997).

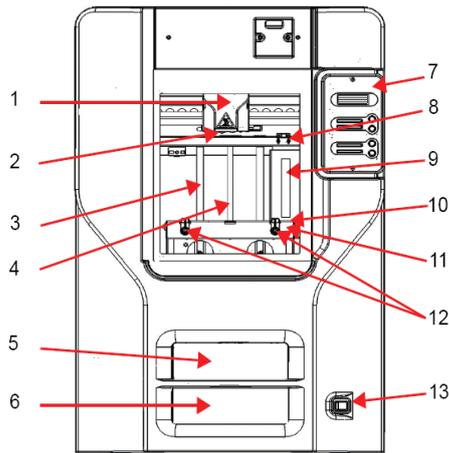
2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode sebagai berikut:

Material dan alat

Jenis material plastik yang digunakan pada mesin ini adalah *ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)* termasuk kelompok *engineering thermoplastic* yang terdiri 3 *monomer* pembentuk. *Acrylonitrile* bersifat tahan terhadap bahan kimia dan stabil terhadap panas. *Butadiene* memberi perbaikan terhadap sifat ketahanan pukul dan sifat liat (*thougness*). Sedangkan *Styrene* menjamin kekakuan (*rigidity*) dan mudah diproses. Temperature leleh untuk proses *thermoplastic* pada material *ABS* adalah 180°C-240°C.

Penelitian ini menggunakan mesin 3D printer FDM Dimension SST 1200ES dengan skema dan spesifikasi mesin sebagai berikut:



Gambar 1. Deskripsi alat uji

Keterangan Gambar:

1. *Extrusion Head*
2. *Extrusion Tips*
3. *Guide Rods*
4. *Lead Screw*
5. *Model Material Cartridge*
6. *Support Material Cartridge*
7. *Display Panel*
8. *Tip Cleaning Assembly*
9. *Purge Container*
10. *Modeling Base*
11. *Z Platform*
12. *Platform Retainer*
13. *Power Switch*

Tabel 1 Spesifikasi Mesin 3D Printer FDM Dimension SST 1200ES

Harga (<i>Price</i>)	US\$ 34.900
Materil Model (<i>Model Material</i>)	<i>P430 ABSplus in ivory, white, black, red, olive green, nectarine, fluorescent yellow, blue, or grey</i>
Material Pendukung (<i>Support Material</i>)	<i>SR-30 Soluble Support Technology (SST) or Breakaway Support Technology (BST)</i>
Kapasitas Maksimum (<i>Build Size</i>)	254 x 254 x 305 mm
Ketebalan Lapisan (<i>Layer Thickness</i>)	0.254 mm atau 0.33 mm
<i>Workstation Compability</i>	<i>Windows XP/Windows Vista/ Windows 7</i>
Jaringan Konektivitas (<i>Network Connectivity</i>)	<i>Ethernet TCP/IP 10/100Base-T</i>
Daya (<i>Power Requiremens</i>)	220-240 VAC , 50/60 Hz, 7A
Temperatur dan Kelembaman Udara (<i>Temperature and Relative Humandity</i>)	18-30 ° C (65-86 ° F) dan 30-70%

Sumber: www.stratasys.com, Jumat 21 Maret 2104.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini menggunakan 3D Printer Dimension SST (*Soluble Support Technology*) 1200ES adalah mesin yang digunakan untuk membuat prototipe berdasarkan gambar 3D yang telah dibuat sebelumnya. Prinsip kerjanya hampir sama dengan mesin *CNC* yaitu membentuk benda, tapi yang membedakan adalah jika *CNC* mengurangi material benda maka mesin 3D printer menambah material benda.

Mesin ini diproduksi oleh perusahaan Stratasy Ltd. yang berada di negara Amerika Serikat, namun perakitannya dilakukan di Jerman. Mesin ini juga dilengkapi *software* khusus untuk mengoperasikannya yaitu CatalystEX. *Software* ini digunakan untuk mengatur proses *prototyping*, mulai dari kerapatan bahan, resolusi *layer*, serta posisi prototipe sesuai dengan kebutuhan. *Format file* yang diolah pada *software* ini

adalah *format file STL (Stereo Lithography file format)*.

Mesin ini beroperasi dengan teknik *Fused Deposition Modeling (FDM)* yaitu teknik atau metode pembuatan prototipe dengan proses pelelehan material plastik (*thermoplastic*) yang disusun lapis demi lapis hingga membentuk sebuah prototipe. Jenis material plastik yang digunakan pada mesin ini adalah *ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)* termasuk kelompok *engineering thermoplastic* yang terdiri 3 *monomer* pembentuk. *Acrylonitrile* bersifat tahan terhadap bahan kimia dan stabil terhadap panas. *Butadiene* memberi perbaikan terhadap sifat ketahanan pukul dan sifat liat (*thougness*). Sedangkan *Styrene* menjamin kekakuan (*rigidity*) dan mudah diproses. Temperature leleh untuk proses *thermoplastic* pada material *ABS* adalah 180°C-240°C.

Dalam proses ini ekstruksi material plastik keluar melalui *nozzle*. *Nozzle* memiliki suhu tepat diatas temperatur leleh material (sekitar 0,5°C) sehingga ekstrusi material untuk *model* dan *support* membeku dalam waktu yang sangat singkat (sekitar 0,1s) pada saat proses pembentukan prototipe dari lapis ke lapis (*layering*). Proses *prototyping* pada mesin ini mengabungkan gerakan *axis* (X, Y) pada *Exstrusion Head* dan *axis* (Z) pada *Platform*.

Pengoperasian Mesin 3D Printer FDM Dimension SST 1200ES

1. *Setup* Mesin 3D Printer Dimension SST 1200ES.

Nyalakan UPS dengan menekan tombol "ON" pada UPS, Pastikan *Main Circuit Breaker* yang terletak di belakang mesin sebelah pojok kanan dalam keadaan "ON". Nyalakan mesin 3D Printer dengan menekan tombol *Power Switch* yang terletak di depan mesin sebelah pojok kanan bawah.

2. Pemasangan *Modeling Material Cartridge* dan *Support Material Cartridge* dan *Support Material Cartridge* adalah tempat untuk bahan mentah pembuatan *model* dan *support*. *Material Cartridge* ini sangat rentang dengan perubahan suhu dan kelembaman sekitarnya, untuk menjaga kesetabilan suhu dan kelembamannya maka disimpan pada *Dry*

Kabinet. Dalam kondisi tersimpan dalam *Dry Kabinet*, *Material Cartridge* ini bisa bertahan selama 1 tahun.

Cara pemasangan *Material Cartridge* pada mesin 3D Printer.

- a) Buka kemasan *Material Cartridge*.
- b) Lepaskan segel (warna merah) pada *cartridge*, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Segel *Cartridge*

- c) Tarik ujung *filamen* dari *cartridge* ± 2 meter dengan tujuan untuk memastikan *filamen* yang menggulung didalam *cartridge* bisa keluar dengan stabil, dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3 *Filamen* Materail

- d) Potong *filamen* dengan menggunakan pemotong, dapat dilihat pada Gambar 4.



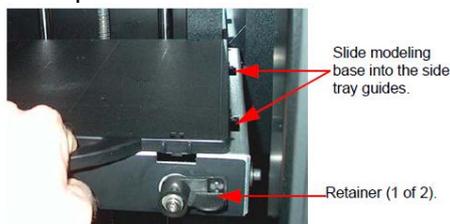
Gambar 4 Pemotongan *Filamen*

- e) Tekan tombol "Load Material" pada *Display Panel*.
- f) Masukkan *Model Material Cartridge* dan *Support Material Cartridge* ke slot yang sesuai. *Model Material Cartridge* posisi di slot atas dan *Support Material Cartridge* posisi di slot bawah.
- g) Setelah ke dua *material Support* terpasang dengan benar, selanjutnya tekan tombol "Ready to load Model Material" dan tombol "Ready to load Support Material" pada *Display Panel*.
- h) Ketika *Display Panel* muncul pesan "Did Model Material purge?" lalu teka "Yes". Ini adalah proses pembuangan lehan pertama *material* untuk *model*.
- i) Ketika *Display Panel* muncul pesan "Did Support Material purge?" lalu tekan "Yes". Ini adalah proses pembuangan lehan pertama *material* untuk *support*.

Pemasangan *Modelling Base*.

Permukaan *Modelling Base* sangatlah sensitif terhadap lemak dan minyak, karena dapat menyebabkan perekatan *Material Model* atau *Support* pada *Modelling Base* menjadi jelek saat proses pembuatan prototipe. Untuk itu gunakan pemegang yang sudah didesain pada *Modelling Base* saat memasang maupun melepas.

- a) Pastikan *Z Platform* pada posisi aman untuk pemasangan *Modeling Base* (posisi tidak terlalu dekat dengan *Extrusion Head*).
- b) Putar *Platform retainers* searah jarum jam untuk membuka posisinya.
- c) Pasang *Modelling Base* dengan benar (posisi *Slide Modelling Base* tepat berada pada *Side Tray Guides*), dapat dilihat pada Gambar 5.



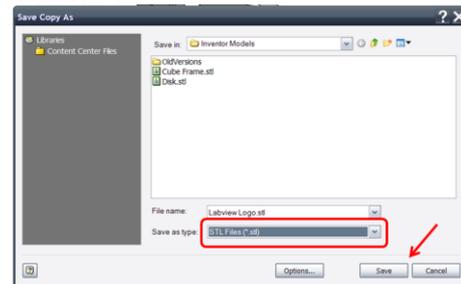
Gambar 5 Pemasangan *Modelling Base*

- d) Setelah *Modeling Base* terpasang dengan benar pada *Z Platform*, kunci *Modeling Base* dengan memutar *Platform retainers* berlawanan jarum jam.

Setting file 3D menggunakan *software* CatalystEX.

Format file 3D yang terbaca pada *software* ini adalah *format* STL. Di PT. Kencana Gemilang *software* yang digunakan untuk membuat drawing 3D adalah *Autodesk Inventor*. Pada *Autodesk Inventor* langkah untuk membuat *file* dalam bentuk *format* STL.

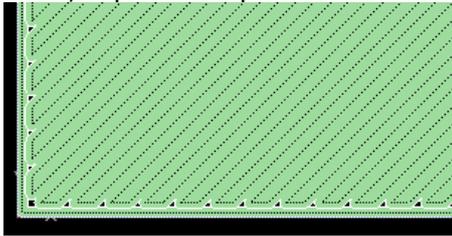
- Pilih "Save Copy As".
- Pada "Save As Type" pilih STL files (*.stl).
- Pilih "Save", dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Save As Type STL pada Autodesk Inventor.

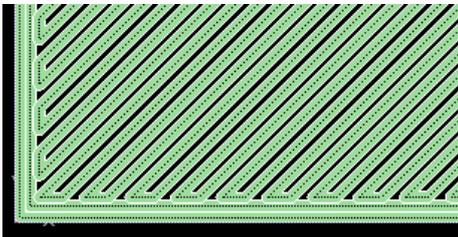
1. Jalankan *software* CatalystEX pada komputer.
2. Dari *menu File* pilih *Open*.
3. Pilih *file* STL yang akan kita cetak dengan menggunakan mesin 3D printer.
4. Atur *file* untuk hasil print yang kita inginkan.
5. Pada *setting General* terdapat:
 - a) *Name* untuk memilih nama printer yang akan kita pilih untuk proses *prototyping*.
 - b) *Material* adalah Informasi sisa bahan *Model* dan *Support* yang terdapat pada *cartridge*.
 - c) *Status* adalah Informasi keadaan mesin 3D Printer.
 - d) *Layer Resolution* untuk mengatur ketebalan *layer*, *settingan* ketebalan *layer* 0.2540 mm dan 0.3302 mm.
 - e) *Model Interior* untuk mengatur hasil print untuk *Model*, *settingan model interior*.

- *Solid* adalah Pengisian *model* secara penuh, dapat dilihat pada Gambar 7.



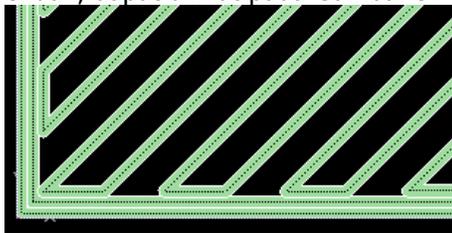
Gambar 7 Model Interior Solid

- *Sparase-High Density* adalah Pengisian *model* saling me-nyilang (*cross link*) dengan tingkat kerapatan yang sedang, dapat dilihat pada Gambar 8.



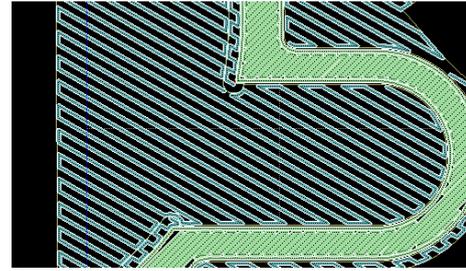
Gambar 8 Model Interior Sparase-High Density

- *Sparase-Low Density* adalah pengisian *model* saling menyilang (*cross link*) dengan tingkat kerapatan yang rendah, dapat dilihat pada Gambar 9.



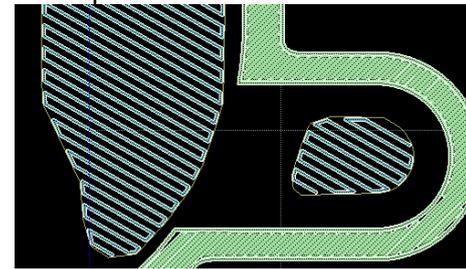
Gambar 9 Model Interior Sparase-Low Density

- f) *Support File* untuk mengatur hasil print untuk *support*, *settingan support file*:
- *Surround* adalah jenis *support material* yang melapisi seluruh permukaan model. Jenis *support* ini sangat cocok untuk *model* yang tinggi dengan *fitur* tipis yang memerlukan *support* dan stabilitas *ekstra* selama proses *prototyping*, dapat dilihat pada Gambar 10.



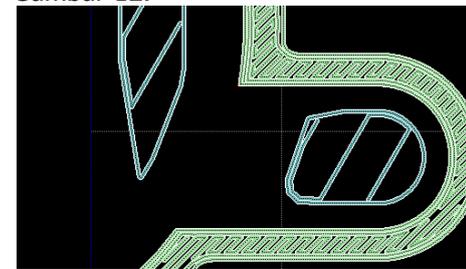
Gambar 10 Surround Material Support

- *Basic* adalah jenis *support material* yang melapisi *model* yang memiliki jarak sempit dengan *model*, dapat dilihat pada Gambar 11.



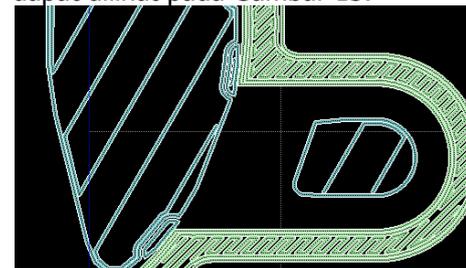
Gambar 11 Basic Material Support

- *Smart* adalah *support material* yang meminimalkan jumlah bahan pendukung yang digunakan sehingga mengurangi waktu *prototyping*. Jenisnya sama dengan *Sparse* yaitu menggunakan lebar jarak antara *Raster Toolpath*, dapat dilihat pada Gambar 12.



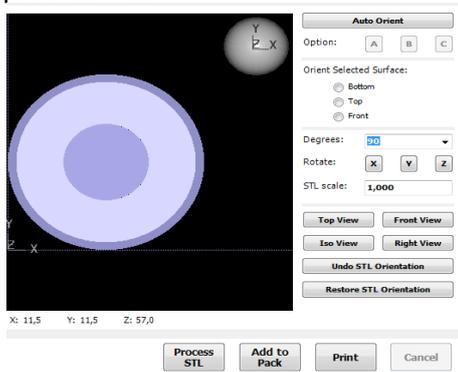
Gambar 12 Smart Material Support

- *Sparse* adalah jenis *support material* yang mendukung pembentukan *model* yang lebih jarang dari jenis *Basic*, dapat dilihat pada Gambar 13.



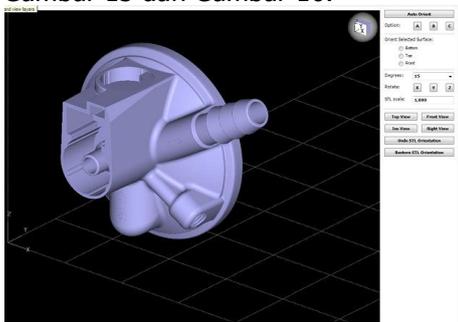
Gambar 13 Sparse Material Support

- g) *Number of copies* untuk menentukan jumlah prototipe yang akan dibuat.
 - h) *STL Unit* untuk menentukan *unit* (mm dan *inch*).
 - i) *STL Scale* untuk menentukan *scale prototyping*.
6. Pada *setting Orientation* dapat dilihat pada Gambar 14.

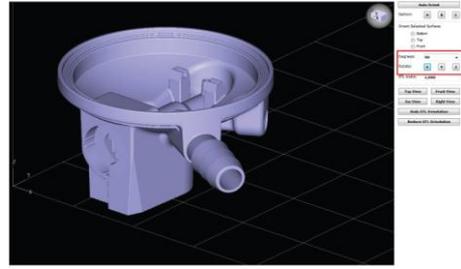


Gambar 14 Setting Orientation

- a) *Auto Orient* untuk posisi otomatis yang ditentukan oleh *software* yang *berorientasi* pada kekuatan *prototyping* dan harga yang murah. Terdapat 3 pilihan yaitu A, B dan C.
- b) *Orient Selected Surface* untuk menentukan posisi permukaan *prototype*.
- c) *Degrees* untuk mengatur posisi *prototype* secara manual dengan cara memasukkan besar sudut yang diinginkan.
- d) *Rotate* untuk mengatur posisi *prototype* pada sumbu X, Y dan Z yang besar sudutnya telah ditentukan pada perintah *Degrees*, dapat dilihat pada Gambar 15 dan Gambar 16.



Gambar 15 Posisi awal Prototipe

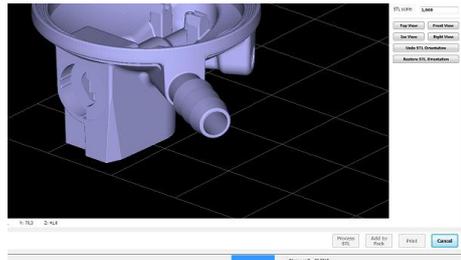


Gambar 16 Posisi setelah dirotasi pada sumbu X sebesar 90°

Faktor yang mempengaruhi dalam pengaturan posisi prototipe adalah:

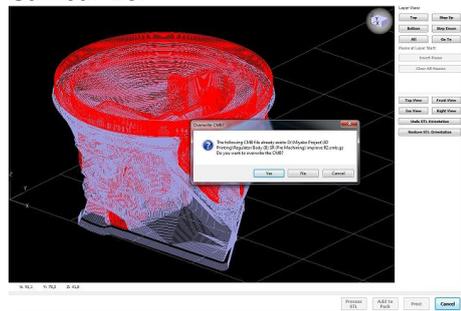
- Kekuatan *Prototyping*
- Biaya *Prototyping*
- Waktu proses *Prototyping*

7. Setelah proses *setting* posisi *prototype* selesai selanjutnya klik *PROSES STL*. Pada *PROSES STL* ini terjadi pemotongan pada arah sumbu Z untuk pembentukan prototipe secara *layering*, dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17 Proses pemotongan searah sumbu Z

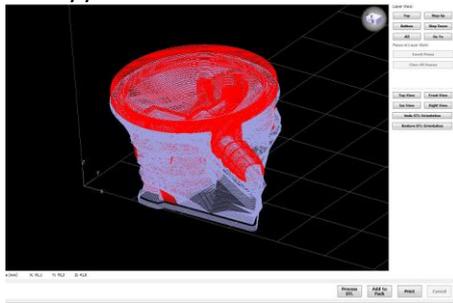
Secara otomatis *PROSES STL* ini akan menyimpan data *setting prototype* yang sudah diatur dalam bentuk *file format CMB*, dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18 Penyimpanan data *setting* dalam *format CMB file*

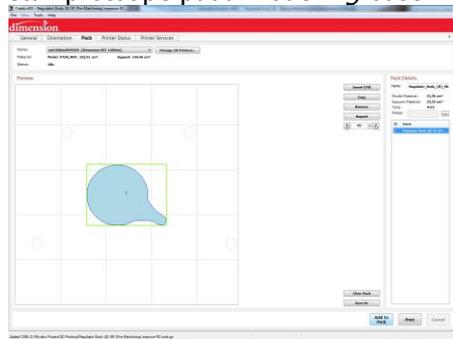
Terlihat pada Gambar 19 warna merah adalah *model* prototipe yang

akan dibangun dan warna putih adalah *support*.

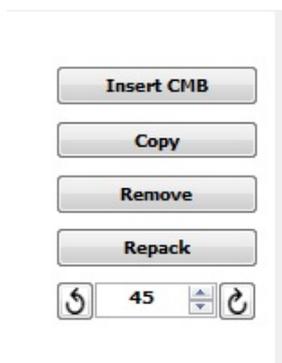


Gambar 19 Hasil dari *PROCESS STL*

8. Klik *Add to Pack*, sehingga muncul *window* yang dapat dilihat pada Gambar 20. Langkah ini adalah *setting* letak prototipe pada *modelling base*.

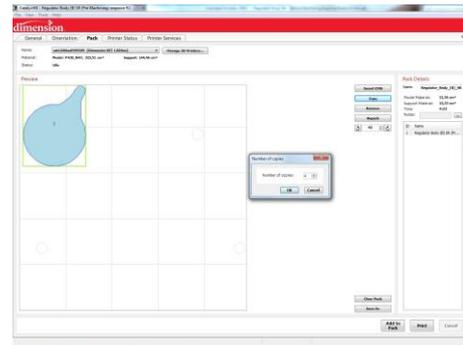


Gambar 20 Window *Pack*

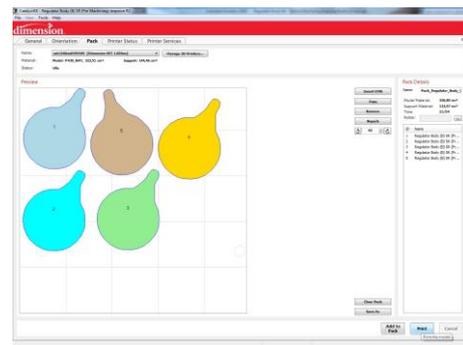


Gambar 21 *Tool* pada *Pack*

- *Insert CMB* adalah langkah untuk memanggil *file CMB* yang sudah kita buat sebelumnya.
- *Copy* adalah langkah untuk memperbanyak jumlah *prototipe* yang akan kita bangun, dapat dilihat pada Gambar 22 dan Gambar 23.

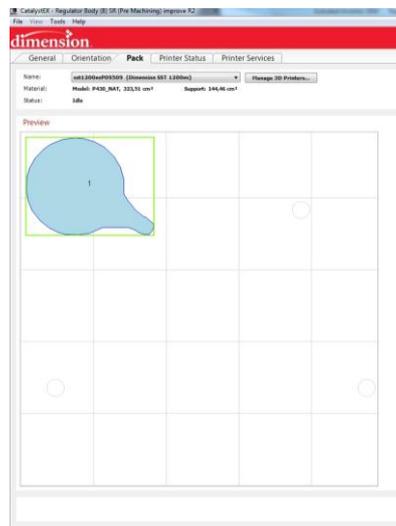


Gambar 22 Menentukan jumlah *copy*

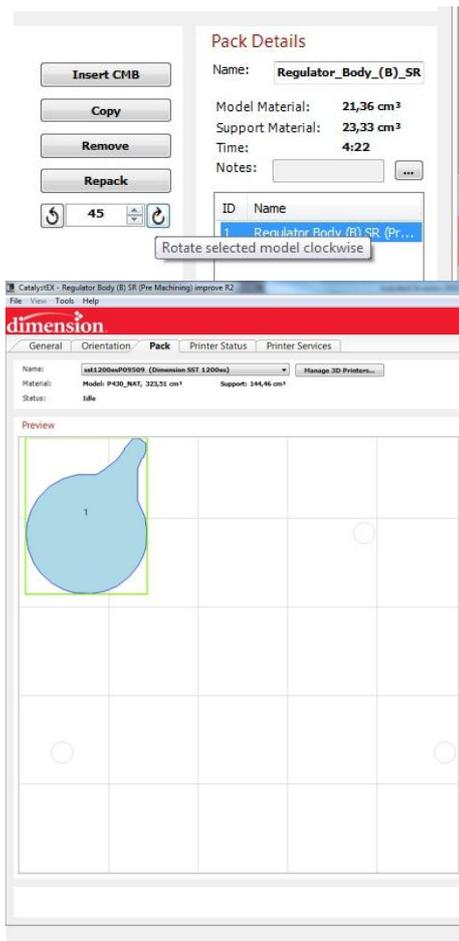


Gambar 23 Hasil *Copy*

- *Remove* adalah langkah untuk menghapus prototipe satu persatu atau yang sudah kita pilih sebelumnya.
- *Repack* adalah langkah untuk mengatur ulang posisi prototipe.
- *Rotate* adalah langkah untuk mengatur posisi/memutar prototipe yang akan dibangun dengan berpatokan pada sudut yang ditentukan, dapat dilihat pada Gambar 24 dan Gambar 25.



Gambar 24 Prototipe posisi sebelum di *rotate*



Gambar 25 Posisi prototipe setelah dirotate 45° berlawanan arah jarum jam

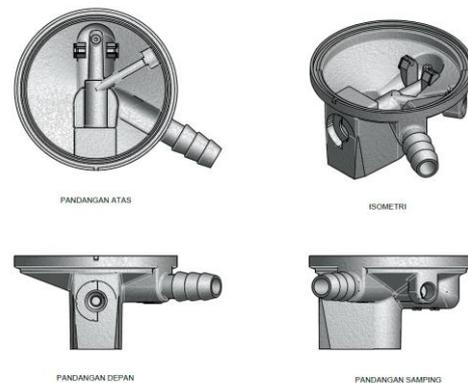
Pada *pack details* dapat diketahui kebutuhan untuk *material model*, *material support*, dan waktu yang diperlukan untuk membuat *prototipe*, dapat dilihat pada Gambar 26.



Gambar 26 Pack Details

Data yang terdapat pada *Pack Details* ini akan digunakan untuk estimasi harga prototipe yang dibuat. Contoh *drawing*

Regulator Body (B) dapat dilihat pada Gambar 27.



Gambar 27 Drawing Regulator Body (B)

4. KESIMPULAN

1. Pengoperasian Mesin 3D Printer FDM Dimension SST 1200ES sangatlah mudah karena mesin ini mempunyai *software* khusus untuk pengoperasiannya yaitu CatalystEX yang digunakan untuk *setting* prototipe yang akan dibuat sesuai dengan kebutuhan.
2. Membuat prototipe dengan menggunakan Mesin 3D Printer FDM Dimension SST 1200ES memiliki keunggulan yaitu hasil *prototyping* kuat karena menggunakan material ABS, stabil karena dikerjakan menggunakan teknologi yang modern, presisi karena dikontrol dengan sistem dan dikalibrasi secara berkala, efisien karena waktu yang dibutuhkan untuk membuat prototipe sangatlah cepat dan biayanya murah karena dikerjakan dengan hanya sekali proses.

DAFTAR PUSTAKA

- Detiknet-Printer 3D siap Mewujudkan Imajinasi-Jumat 21 Maret 2014-<http://inet.detik.com/read/2012/09/05/140732/2003705/317/2/>
- Liputan 6-Teknologi Printer 3D Sudah Ada Sejak Tahun 80-an-Jumat 21 Maret 2014-<http://tekno.liputan6.com/read/788169/>
- Palgunadi, B. (2008). *Desain produk Membuat Rencana*. Bandung: ITB.

Sationo, A. & Sisminto. (2009). *Autodesk Inventor Profesional 2009*. Yogyakarta: Andi Offset.

Stratasys, *Dimension BST 1200es/SST 1200es user guide*. MN 5534-2080 USA.

Ulrich, K.T. & Eppinger, S.D. (1995). *Product Design and Development*. New York: Mc Graw-Hill.

Widayanto, S.A., 2007, *Pengembangan Teknologi Rapid prototyping Untuk Pembuatan Produk-Produk Multi Material*, Vol. 9 No. 4, Oktober 2007, pp. 10-14.

Windowsku-*Teknologi Printing 3D Cara kerjanya*-Jumat 21 Maret 2014-<http://www.windowsku.com/2012/09/teknologi-printing-3d-cara-kerjanya.html>