

Pengembangan Canting Cap Berbahan Plastik Menggunakan Teknologi *Additive Manufacturing*

Kurniawan Hamidi, M. Arif Wibisono, dan I.G.B. Budi Dharma

Departemen Teknik Mesin Dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jalan Teknik Utara No. 2, Yogyakarta 55284
Telp: +62274521673
E-mail: khmd93@gmail.com

Intisari

Pada saat ini, pasar batik lebih meminati product custom dengan variasi motif yang tinggi dengan jumlah produksi yang beragam sehingga untuk memenuhi kebutuhan tersebut diperlukan teknologi dalam membuat canting cap yang memiliki fleksibilitas dan produksi dalam waktu yang singkat. Tujuan pada penelitian ini adalah untuk menemukan setup permesinan yang tepat pada pembuatan desain dan menilai efektifitas penggunaan plastik sebagai bahan dalam membuat motif cap. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode perancangan desain dan penilaian skala hasil pengecapan menggunakan metode expert judgement. Pada perancangan desain digunakan dua sample motif dengan tiga indikator penilaian yaitu; kesinambungan lintasan motif, ketebalan hasil pengecapan dan ketembusan "malam". Telah didapatkan hasil bahwa untuk menghasilkan canting dengan motif cap yang baik peneliti menggunakan proses setup printing filler solid dan rigid dengan dense support 8 layers dan surface part 3 layer serta lebar garis optimal 2,5 hingga 3 mm. Hasil optimasi dengan variabel garis lurus menunjukkan bahwa lama pemanasan canting cap selama 7 menit dimulai setelah malam mencair seluruhnya memiliki pengaruh terhadap hasil ketembusan malam pada variabel yang dioptimasi. Selain itu, didapatkan pula selisih rata-rata hasil pengecapan dengan lebar garis motif sebenarnya yang terbaik adalah lebar garis motif 2,5 mm dan 3mm dengan jumlah pengecapan maksimal sampai rusak sebanyak 65 kali dan 118 kali pengecapan dan lama pencelupan agar tidak terjadi deformasi adalah 8 menit. Selain itu, dari perbandingan perhitungan biaya dan lama produksi canting berbahan plastik ABS lebih murah dan lebih cepat untuk diproduksi persekali produksi dibandingkan dengan canting cap berbahan Aluminium.

Kata Kunci: Perancangan Canting Cap, Rapid Prototyping.

1. Pendahuluan

Pada kasus produksi batik cap, produksi selalu disesuaikan dengan kebutuhan pasar. Pada saat ini kebutuhan konsumen batik cap berpatok pada variasi motif yang banyak dengan jumlah produksi yang cukup banyak. Akibatnya pihak pabrik secara tidak langsung dituntut untuk selalu mengembangkan konsep produksi terbaru dengan memanfaatkan teknologi permesinan dalam proses produksi batik cap. Pemanfaatan teknologi tersebut bertujuan untuk memenuhi fleksibilitas pembuatan canting cap. sehingga pada fase proses pengadaan cap, desain motif dapat dibuat secara cepat.

Pada penelitian mengenai pengembangan tool cap berbahan Aluminium dengan proses subtractive manufacturing menggunakan mesin bubut CNC telah didapatkan hasil bahwa pada sampel motif garis lengkung dan tidak simetri membutuhkan waktu pengerjaan 489,6 jam untuk skala desain



motif 1:1 dari skala sebenarnya. Hal ini tentu dirasa kurang memuaskan walaupun secara proses pengerjaan dengan mesin memang cepat. Tetapi, pada proses persiapan permesinan masih membutuhkan waktu yang lama. Lamanya waktu saat persiapan permesinan disebabkan oleh proses pengkodean desain yang akan dikerjakan. Selain itu, proses pengkodean membutuhkan skill operator yang tinggi dalam menggunakan software Artcam.

Berdasarkan latar belakang dari kasus diatas, maka fleksibilitas manufaktur dalam membuat cap dengan konsep ide terbaru dijadikan landasan pokok dalam membuat cap. Sehingga dirumuskan beberapa permasalahan yaitu: menentukan spesifikasi canting cap dan melakukan perancangan canting cap. Kemudian diikuti dengan pengujian prototipe serta membandingkan lama waktu proses dan biaya pembuatan canting cap berbahan baku plastik dengan bahan baku aluminium.

Pada kasus penelitian ini, diasumsikan bahwa bahan untuk membuat motif canting dengan fleksibilitas yang baik adalah plastik. diasumsikan pula bahwa penggunaan plastik pada penelitian ini mampu memenuhi kebutuhan produksi untuk mengerjakan produk dengan variasi motif yang banyak. Adapun batasan pada penelitian ini adalah penggunaan teknologi permesinan memakai mesin 3D UP *printer* sehingga penyesuaian setup permesinan yang didapatkan selama proses penelitian hanya efektif digunakan untuk mesin 3D UP *printer*.

Tujuan pada penelitian ini adalah merancang desain dan membuat prototipe canting cap dari sample motif yang telah diseleksi serta menilai efektifitas dan fleksibilitas penggunaan prototipe pada tahap proses pengecapan batik.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah canting cap berbahan plastik ABS diharapkan dapat menjadi opsi pilihan dalam menyelesaikan masalah pembuatan canting cap berbasis teknologi dengan tingkat variasi yang tinggi dan jumlah produksi yang beragam. Serta diharapkan mampu meningkatkan jumlah produksi batik cap dan memenuhi kebutuhan konsumen batik cap.

2. Metodologi

Pada penelitian terdapat beberapa metode yang digunakan pada setiap tahapan pengerjaan produk, seperti pada gambar 1.

2.1. Studi Pustaka Canting Cap Bahan Aluminium

Proses studi pustaka mengenai canting cap bahan Aluminium bertujuan untuk mendapatkan hasil uji pengecapan dan lama waktu serta total biaya yang dihabiskan dalam membuat 1 buah canting cap bahan Aluminium.

2.2. Membuat desain

Setelah seluruh tahapan perancangan produk dibuat maka selanjutnya adalah tahapan pembuatan desain dengan skala yang ditentukan pada tahap ini, digunakan 2 sample motif seperti yang terlihat pada gambar 2 dan gambar 3. Sampel 1 merupakan sampel motif blok dan simetri. Sedangkan sampel motif 2 merupakan sampel motif garis lengkung. Motif Batik 1 memiliki ukuran dimensi 100×100 mm. Canting cap 1 secara visual memiliki bentuk motif yang simetri. Metode yang digunakan dalam membentuk desain motif batik 1 melakukan pengukuran diameter panjang dan lebar, karena bentuk motif adalah oval. Setelah diukur, peneliti membuat desain canting cap batik menggunakan *software* Autodesk Inventor 2014. Sampel 2 merupakan sampel motif garis lengkung dan tidak simetri. Motif 2 memiliki ukuran dimensi 200mm×230 mm. Metode yang digunakan dalam membentuk desain motif batik 2 adalah memotret gambar motif menjadi data .jpeg lalu gambar motif di-*rebuild* menggunakan *software* Corel Draw menjadi gambar 2 dimensi, kemudian hasil *rebuild* dibentuk menjadi gambar 3 dimensi menggunakan *software* Autocad 2015. Lalu gambar diubah menjadi format (.stl).



2.3. Mengatur Setup Mesin UP 3D

Mengatur setup mesin ialah proses setup untuk menentukan hasil printing yang tepat. Setelah format *file* diubah selanjutnya melakukan persiapan mesin. Persiapan yang paling penting adalah terletak pada bagian *setting*. Terdapat 3 kelompok *setting* sebelum proses pencetakan motif yaitu:

1. Persiapan *Nozzle*
Mengatur ketinggian *nozzle* dari meja kerja.
2. Setting Profil cetakan.
Pemilihan *resolution extrude* pada profil cetakan dan profil *filler*
3. Setting untuk membentuk *support*
Pembentukan *support* dibentuk dengan format *setting angle space line*, area dan *dense layer*.

2.4. Membuat Prototipe

Tahap membuat prototipe bertujuan untuk mendapatkan hasil varietas desain yang tinggi. Tahapan ini didahului dengan mensetup meja kerja dengan klik *maintenance* lalu turunkan meja kerja dengan klik “*to bottom*”. Setelah itu melakukan tahapan memanaskan *nozzle* hingga sampai suhu ± 210 °C. Selama pemanasan software tidak dapat dioperasikan. Mesin akan mengeluarkan bunyi panjang saat pemanasan telah selesai bersamaan mengeluarkan sedikit ekstruder filament sebagai uji coba saat mesin berada pada proses pemanasan.. Setelah selesai pemanasan membuang ekstruder filament yang dikeluarkan oleh *nozzle* dengan tang dan bersihkan ujung *nozzle*, lalu *quit* proses *maintenance*.

Setelah mesin panas maka dilanjutkan ke tahap mencetak motif. File motif 1 dan 2 yang telah berformat *.stl* satu persatu dibuka, jika salah satu proses pencetakan selesai dibuat maka lakukan pengulangan untuk proses pencetakan motif berikutnya. Tahapan pencetakan dengan klik *print* lalu klik ok dan tunggu lah beberapa hingga muncul dialog box yang memberikan informasi jumlah layer (dapat diabaikan) lalu klik “no”. Setelah klik “no” maka akan muncul pemberitahuan mengenai berat bahan ABS *plastic* yang terpakai dan lama waktu proses pencetakan.

Dari proses pencetakan motif didapatkan lama waktu pencetakan yang kemudian dikombinasikan dengan waktu proses pembuatan tangkai cap, base layer kayu, hingga waktu assembly semua part menjadi sebuah tool canting cap batik.

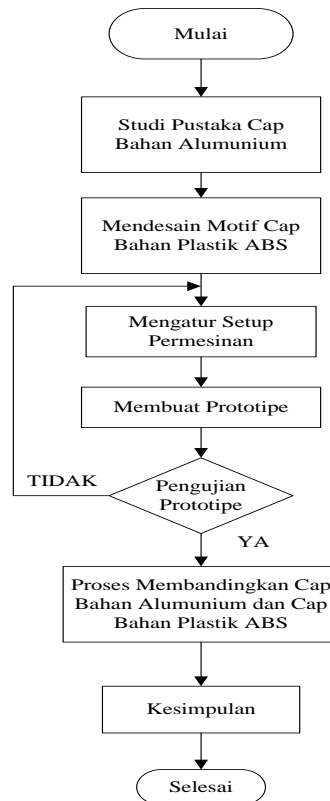
2.5. Menguji Prototipe

Setelah tahapan *prototyping* selesai, maka dilanjutkan dengan pengujian prototipe. Proses penilaian hasil uji ketembusan malam dan kesinambungan lintasan dinilai dengan penyekalaan yang didapatkan dari penilai expert judgement. Pengujian disebut berhasil apabila prototipe saat dipanaskan pada malam tidak meleleh dan tidak deformasi hingga 30 kali pengecapan.

2.6. Membandingkan Hasil Pengecapan dan Fleksibilitas antara Canting Cap Bahan Aluminium dengan Canting Cap Bahan Plastik ABS

Pada metode perancangan dan pengembangan terdapat tahapan perencanaan produk yang telah dilakukan antara lain: mengidentifikasi *needs and wants user*, menentukan target spesifikasi canting cap, menggabungkan konsep dan memilih konsep desain motif yang akan digunakan, proses permesinan dan *prototyping*.





Gambar 1. Diagram Tahapan Proses Pengembangan Canting Cap Berbahan Plastik ABS

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Mendesain Motif Canting Cap Berbahan Plastik ABS

Pengerjaan motif 1, skala diperkecil menjadi 1:4 dari skala aslinya. Setelah proses penyatuan gambar 3D selesai dibuat dilanjutkan dengan proses penyetaraan format gambar. Penyetaraan ini diperlukan untuk penyesuaian setup pada mesin 3D printer yang menggunakan format.stl. berikut setup mesin yang peneliti gunakan pada penelitian.

3.2. Mengatur Setup mesin UP 3D

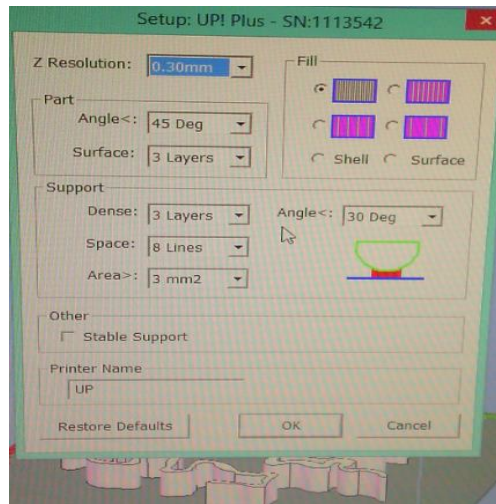
3.2.1. Mengatur *Settingan* Proses Pencetakan Motif Batik 1

Proses pencetakan motif 1 dimulai dengan mengatur ketinggian *nozzle* dengan nilai 137,5 mm, *setting* profil cetakan dengan memilih *resolution extrude* pada profil cetakan yang bernilai 0,35 mm dan profil *filler* dengan kerapatan struktur desain menengah serta *setting* pembentukan *support* dengan format *settingangle* 45°, *space* 4 line, area yakni 3 mm² dan *dense* 3 layer.

3.2.2. Mengatur *Settingan* Proses Pencetakan Motif Batik 2

Proses pencetakan motif 2 dimulai dengan mengatur ketinggian *nozzle* dengan nilai 137,5 mm, *setting* profil cetakan dengan memilih *resolution extrude* pada profil cetakan yang bernilai 0,30 mm dan profil *filler* dengan kerapatan struktur desain sangat rapat serta *setting* pembentukan *support* dengan format *setting angle* 45°, *space* 8 line, area yakni 3 mm² dan *dense* 3 layer.

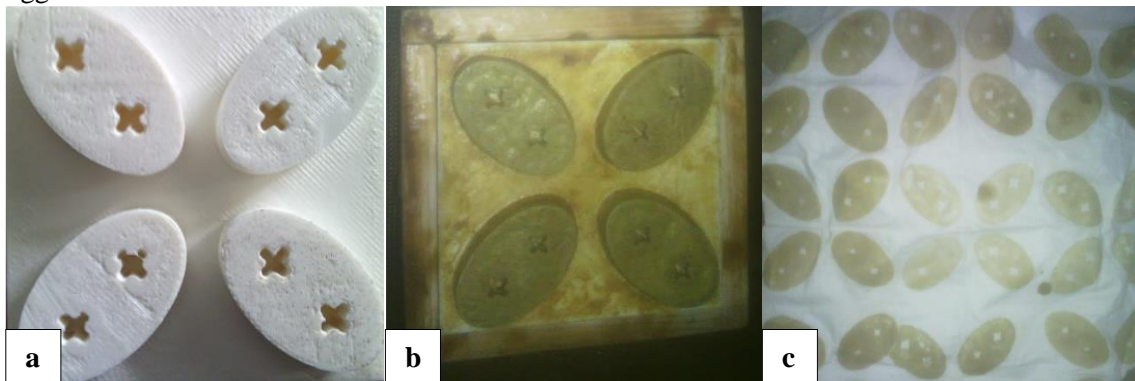




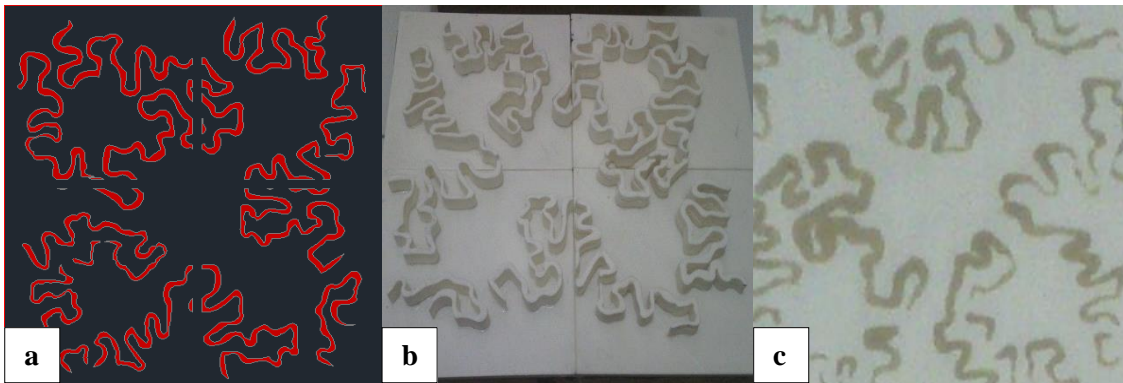
Gambar 2. Proses Setup sebelum *Prototyping*

3.3. Membuat Prototipe

Seperti yang dijabarkan sebelumnya, pada tahapan ini menghasilkan lama waktu proses dan total biaya. Kedua komponen ini dibedakan berdasarkan sampel motif yang diteliti. Pada penelitian ini lama waktu proses dan total biaya canting cap motif 1 dan canting cap motif 2 tertera pada tabel 1 hingga tabel 3.



Gambar 3. a) Motif 1 setelah dicetak; b) Tool yang telah di-Assembly; c) Hasil pengecapan dengan motif 1



Gambar 4. a) Rancangan Desain motif 2; b) Tool yang telah di-Assembly; c) Hasil Pengecapan dengan Tool Motif 2

Tabel 1. Lama Waktu Pembuatan Canting Cap Motif 2

No	Aktivitas	Waktu
1	Merancang desain 3D canting cap motif 1	5 Jam
2	Mencetak motif batik 1 dan <i>base layer</i> 1	4 Jam
3	Membuat base kayu	7 menit
4	Memasang ganggang cap dengan base kayu	5 menit
5	Mengelem part motif dan base layer (hasil pengeleman 1)	3 menit
6	Mengelem hasil pengeleman 1 dengan base kayu (hasil pengeleman 2)	2 menit
7	Mengeringkan hasil pengeleman 1 dan 2	3 jam
Total waktu pengerjaan tool cap motif 1		12 jam 17 menit

Tabel 2. Lama Waktu Pembuatan Canting Cap Motif 2

No	Aktivitas	Waktu
1	Merancang desain 3D canting cap motif 2	12 Jam
2	Membuat <i>prototype</i> canting cap motif 2	12 Jam
3	Membuat gagang cap	35 menit
4	Membuat base kayu	10 menit
5	Mengelem setiap <i>part</i> motif dengan <i>base layer</i> -nya	20 menit
6	<i>Assembly</i> hasil pengeleman dengan <i>base</i> kayu dengan proses pengeleman	12 menit
7	Mengeringkan hasil pengeleman	4 Jam
Total estimasi waktu pengerjaan tool cap motif 2		29 Jam 17 menit



Tabel 3. Biaya Proses Permesinan

<i>Machining</i>	Keterangan	<i>Per Units</i>	<i>Fixed Cost (Rupiah)</i>	Jumlah	<i>Cost (Rupiah)</i>
3D Printing Motif 1	Mesin UP	1 gr	3.000,-	72,2 gr	216.000,-
3D Printing Motif 2	Mesin UP	1 gr	3.000,-	190 gr	570.000,-
Total Biaya Permesinan					786.000,-

3.4. Menguji Prototipe

Hasil uji prototype motif 1 terhadap suhu menunjukkan bahwa setup pada proses prototyping masih belum optimal. Hal ini ditunjukkan dengan adanya deformasi saat uji pengecapan pada pola motifnya saat proses pengecapan sebanyak 7 kali pengecapan.

Selanjutnya dilakukan perbaikan setup permesinan mengikuti setup permesinan untuk proses *prototyping* motif cap 2. Perbaikan dengan cara merapatkan *filler* dan memperbesar *surface layer* menjadi 3 layer telah didapatkan suhu optimal pengecapan seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengamatan Uji Suhu

Faktor Suhu	T_0 (°C)	T_1 (°C)	T_2 (°C)	T_3 (°C)
Permukaan Canting	77,6	89,1	105,2	120,2
Malam	128,3	139,8	145,4	160,7

Keterangan:

T_0 (°C) : Suhu pada kondisi awal saat uji pengecapan

T_1 (°C) : Suhu pada kondisi kedua saat proses uji pengecapan

T_2 (°C) : Suhu pada kondisi proses uji pengecapan memberikan hasil uji optimal

T_3 (°C) : Suhu pada kondisi saat hasil uji pengecapan mulai *meluber*

Setelah mendapatkan suhu optimal maka dilakukan pengujian pengecapan dengan canting prototipe 1 dan prototipe motif 2. Hasil penelitian dengan skala menunjukkan bahwa respon pengecapan yang serupa berdasarkan pengamatan *expert user* dilapangan. Respon tertinggi ialah kesinambungan lintasan berskala 3, respon ketembusan malam berskala 2 dan respon terhadap akurasi pengecapan berskala 2. Skala 1 pada penelitian ini menerangkan hasil yang sangat tidak baik hingga skala 5 menerangkan hasil yang sangat baik.

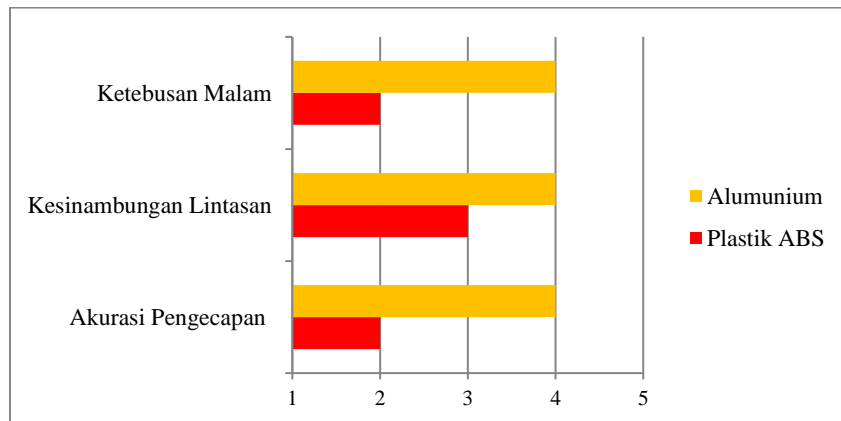
Selain itu, dari penelitian ini telah didapatkan komponen pendukung penelitian yang penting untuk dijadikan pertimbangan sebagai berikut: suhu optimal canting cap plastik berkisar antara 105-110 °C, Telah terjadi perubahan sifat ketahanan bahan terhadap suhu, hal tersebut dibuktikan adanya penurunan batas suhu kerja pada permukaan plastik menjadi 120°C. Jika suhu pada permukaan diatas 120°C bahan mengalami perubahan bentuk, hasil lama Pencelupan agar tidak mengalami deformasi adalah 8 menit setelah suhu permukaan pada motif canting cap optimal, lebar garis motif yang efektif digunakan adalah garis 2,5 mm dan 3 mm, plastik ABS lebih tepat digunakan untuk motif yang bervariasi banyak dengan produksi 3-4 meter kain, kemudahan dalam pembuatan canting cap berbahan ABS dikarenakan sifatnya yang memiliki thermal expansi yang tinggi dengan temperatur suhu leleh yang lebih kecil, hasil uji optimasi garis dengan desain garis lurus pada setup mesin yang efektif menunjukkan bahwa tebal motif berpengaruh terhadap *life time* canting cap. Semakin besar tebal atau lebar garis motif, maka *life time* canting cap akan lebih lama. Sebaliknya, semakin kecil lebar garis motif yang digunakan maka *life time* produk semakin cepat rusak. Terbukti dari data pengujian dilapangan terhadap lebar garis 2,5 mm dengan setup kerapatan desain *solid*, resolusi kerapatan 0,20 mm, surface 3 layer, dengan suhu uji saat pencapan optimal telah didapatkan hasil ketahanan pengecapan hingga 65 kali pengecapan. Sedangkan pengujian menggunakan lebar garis 3



mm pada motif memberikan hasil ketahanan 118 kali pengecapan dengan komponen faktor kerapatan *solid*, resolusi kerapatan 0,25 mm dan surface 6 layer.

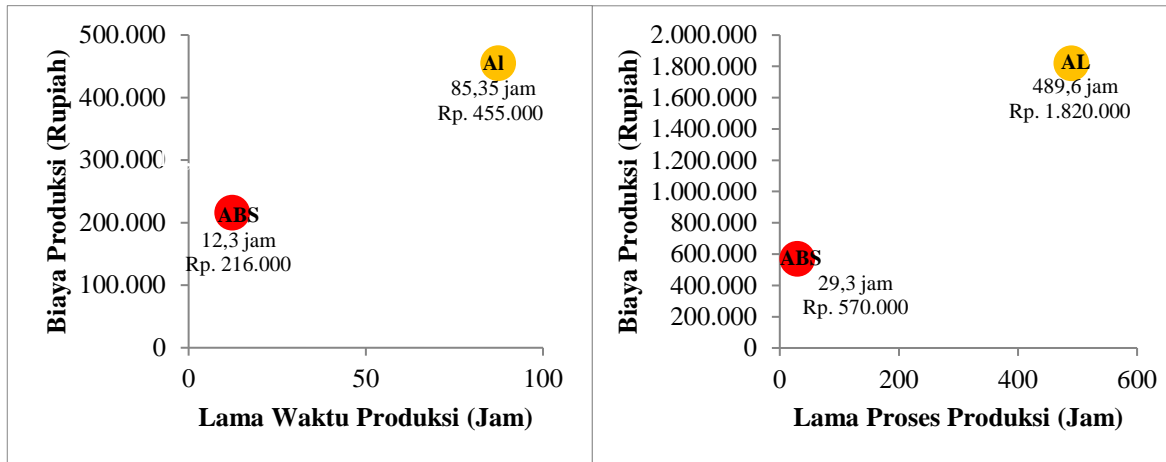
3.5. Membandingkan Hasil Pengecapan dan Fleksibilitas antara Canting Cap Bahan Alumunium dengan Canting Cap Bahan Plastik ABS

Berdasarkan data hasil pengecapan pada penelitian mengenai pengembangan canting cap bahan alumunium, terdapat perbedaan skala respon hasil pengecapan dengan canting cap bahan plastik ABS. Menurut Mayusda (2014), hasil uji pengecapan terhadap respon ketembusan malam, kesinambungan lintasan dan akurasi pengecapan bernilai baik dengan skala 4. Perbedaan antar respon dapat dilihat pada bar dibawah. Dari gambar bar tersebut dapat dilihat dengan jelas bahwa pengecapan menggunakan canting cap bahan alumunium lebih baik dibandingkan canting cap bahan plastik ABS.



Gambar 5. Bar Perbandingan Hasil Pengecapan antara Bahan Canting Cap Plastik ABS dan Alumunium menurut *expert*

Sedangkan jika ditinjau dari sisi fleksibilitas pembuatan cap, yang diukur dari lama waktu proses pembuatan dan biaya pembuatan canting cap berbahan plastik serta tingkat kerumitan motif yang digunakan. Dari gambar perbandingan lama waktu dan biaya pembuatan cap plastik dan alumunium. didapatkan bahwa pembuatan dengan sample 1 desain yang tidak rumit (dinilai berdasarkan tingkat simetri gambar) didapatkan bahwa lama waktu proses yang dibutuhkan untuk pembuatan motif 1 adalah 12,3 jam dengan biaya pembuatan Sedangkan Rp. 216.000,00 perunit. Sedangkan canting cap berbahan tembaga membutuhkan waktu lebih lama dan biaya permesinan dan bahan baku yang lebih tinggi yaitu 85,35 jam dan Rp. 455.000,00 per unit. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan cap bahan plastik ABS lebih cepat dibuat dengan biaya permesinan untuk sekali produksi yang lebih rendah dibandingkan canting cap berbahan Alumunium.



Gambar 6. Perbandingan ABS Plastics VS Alumunium dilihat dari Segi Biaya dan Waktu Pembuatan pada Motif 1 (kiri) dan motif 2 (kanan)

Selanjutnya, perlu diketahui pula bahwa penggunaan teknologi *additive manufacturing* dapat cepat dibuat karena tidak terdapat proses pengkodean pada setup permesinan saat membuatnya. Sehingga proses desain menuju proses prototyping dapat dilakukan dengan meniadakan detup coding permesinan terlebih dahulu.

Sedangkan pada pembuatan cangking cap berbahan tembaga digunakan metode *subtractive manufacturing* dengan memakai mesin bubut CNC. Sehingga tahapan setup permesinan seperti pengkodean perlu dilakukan dengan teliti, akibatnya motif yang bervariasi akan menghasilkan coding yang bervariasi. Tentu hal tersebut akan menyita waktu yang sangat lama dan biaya permesinan yang tidak murah.

Terakhir dari sisi efektifitas hasil pengecapan, pengecapan menggunakan bahan logam tetap menghasilkan kualitas yang lebih baik. Dikarenakan, saat proses pengecapan terdapat perlakuan panas, daya hantar panas suatu loga lebih baik ketimbang bahan non logam seperti plastik ABS. Jika ditelusuri lebih lanjut, efektifitas penggunaan cap tergantung situasinya. Maksudnya akan lebih tepat jika menggunakan cangking cap plastik ABS jika desain motif berjenis kontemporer, diproduksi untuk satu kali produksi dan variasi motif yang tinggi sedangkan jumlah produksi sedikit. Sebaliknya, akan lebih tepat menggunakan cap berbahan Alumunium jika variasi motif tidak terlalu banyak dan kerumitan motif cenderung simetri, jumlah produksi yang banyak dan produksi dengan motif tersebut bersifat kontinu.

4. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan diatas maka dapat disimpulkan secara berurutan sesuai tujuan penelitian bahwa, segi efektifitas dan segi fleksibilitas suatu teknolgi permesinan yang diterapkan disesuaikan dengan situasi produksi. Akan lebih tepat jika menggunakan cangking cap plastik ABS jika desain motif berjenis kontemporer, diproduksi untuk satu kali produksi dan variasi motif yang tinggi sedangkan jumlah produksi sedikit. Sebaliknya, akan lebih tepat menggunakan cap berbahan Alumunium jika variasi motif tidak terlalu banyak dan kerumitan motif cenderung simetri, jumlah produksi yang banyak dan produksi dengan motif tersebut bersifat kontinu.

Dari hasil dan pembahasan diatas perlu dilakukan penelitian mengenai pengembangan pelapis plastik pada permukaan bagian motif cangking cap. hal ini dimaksudkan agar efektifitas pengecapan



plastik dapat meningkat dan perlu melakukan penelitian lebih lanjut tentang perancangan pola desain yang kecil seperti “isen” agar dapat diterapkan pada *additive manufacturing* mengingat detail batik dilihat salah satunya dari pola “isen”.

Daftar Pustaka

- Mayusda, Idriwal., 2014, *Tugas Akhir: Pengembangan Tool Canting Cap Berbahan Aluminium dengan Proses Subtracting*, Jurusan Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rayna, T. and Striukova, L., 2016, From Rapid Prototyping To Home Fabrication: How 3D Printing Is Changing Business Model Innovation, *Journal Elsevier*, Vol. 102, pp. 214-224.
- Singh, H., Oberoi, J., and Singh R., 2015, Analysis and Optimation of Void Spaces in Single Ply Raw Material using Finite Element Method and Fused Deposition Modelling, *International Journal of Computer Application*, pp. 18-21.
- Ulrich, K.T. and Eppinger, S.D., 2001, *Product Design and Development* 4th Ed, McGraw-Hill Companies, USA.

