

PENCARIAN METODA PEMBUATAN RUMAH *LIFTER* UNTUK MENGHILANGKAN PENYIMPANGAN LUBANG *LIFTER* DI PT. ASTRA OTOPARTS TBK. DIV. EDC

Yohanes T. Wibowo¹, Muhammad Rizal Fathoni²
Program Studi Pembuatan Peralatan dan Perkakas Produksi
Politeknik Manufaktur Astra, Jakarta 14330, Indonesia
E-mail : yohanes.trijoko@polman.astra.ac.id

Abstract-- *The DMC department of PT. Astra Otoparts Tbk. has the responsibility in mold manufacturing process. In the area of mold setting, some processing time lapse that happened gave extra time in mold trial stage. This is, of course, conducted a retardation in mold manufacturing time. Time-lapse rose due to the longer of the assembling of lifter components. The lifter that cannot be assembled with lifter house needs some reparation. Research shows that there was deviation on lifter hole affected the assembling process time. This led to doing some deeper research on method and on lifter with the related components manufacturing process, with purpose to find out the root of lifter deviation. Then, the appropriate method in lifter manufacturing also would be found out. After having a lot of experiments, the root of deviation was found and also the appropriate lifter manufacturing method was.*

Keywords: *lifter, lifter assembling, mold trial, manufacturing method*

Abstrak-- *Departemen DMC PT. Astra Otoparts Tbk. mempunyai tanggung jawab terkait bidang pembuatan cetakan (mold). Di area setting mold, terjadi penyimpangan waktu proses yang mengakibatkan keterlambatan proses trial mold. Penyimpangan tersebut disebabkan oleh lamanya proses assembling komponen lifter. Lifter yang tidak dapat diassembling dengan rumah lifter memerlukan proses repair. Penelitian menunjukkan terjadinya penyimpangan pada lubang rumah lifter yang mempengaruhi lamanya proses assembling. Hal tersebut mendorong dilakukannya penelitian lebih lanjut terkait metoda dan proses pembuatan lifter dan komponen yang terkait dengan tujuan untuk mengetahui penyebab penyimpangan lifter dan untuk dapat mendapatkan metoda yang sesuai dalam pembuatan lifter. Setelah dilakukan berbagai percobaan, ditemukan penyebab penyimpangan dan metoda pembuatan yang sesuai.*

Kata kunci : *lifter, perakitan lifter, trial mold, metoda pembuatan*

I. PENDAHULUAN

PT. Astra Otoparts (AOP) merupakan salah satu anak perusahaan Astra yang bergerak di bidang komponen otomotif. Divisi di AOP yang bergerak di bidang *engineering development* adalah divisi EDC. Dalam divisi tersebut terdapat departemen yang bertanggung-jawab dalam pembuatan *mold* dan *die* yaitu departemen *Die and Mold Center* (DMC). Di sini proses pembuatan *mold* berjalan mulai dari proses desain, *computer aided manufacturing* (CAM), permesinan dan seting.

Setelah melalui proses pembuatan, kemampuan mencetak sebuah *mold* diuji melalui proses *trial*. *Trial mold* bertujuan untuk mendapatkan produk dari *mold*. Produk hasil *trial* diinspeksi sesuai standar *trial* yang ditentukan. Tahapan dalam *trial mold* terdiri dari beberapa tahap yaitu mulai dari T0, PP1, PP2 dan Produksi Masal[1]. Inspeksi produk hasil *trial* dilakukan oleh bagian *quality* dari pelanggan. Dari hasil inspeksi akan diberikan catatan perbaikan. Poin-poin yang menjadi catatan perbaikan tersebut akan menjadi tujuan di *trial* berikutnya. Proses *trial* dan perbaikan akan terus dilakukan sampai *mold* dinyatakan siap untuk proses produksi masal. Pelanggan menentukan

waktu DMC harus melakukan *trial* dan mengirimkan hasil *trial* untuk dilakukan inspeksi.

Waktu pembuatan beberapa *mold* buatan DMC melebihi (*over*) dari jadwal yang ada. Hal tersebut dikarenakan ada beberapa proses yang melebihi dari waktu *planning* PPIC. Setelah dilakukan *breakdown problem* keterlambatan, diketahui bahwa proses seting mengalami penyimpangan terhadap waktu *planning* PPIC.

Dalam dunia pembuatan *mold*, penyimpangan yang disebabkan proses permesinan mempunyai kontribusi terbesar terkait dengan waktu proses[2]. Proses *assembling* mengalami keterlambatan tertinggi. Hal tersebut disebabkan adanya masalah *missmatch* pada *lifter* ketika proses perakitan sistem *lifter*. Proses perakitan sistem *lifter* tidak dapat dilakukan karena terjadi penyimpangan antara batang *lifter* dengan sepatu *lifter*. Data inspeksi menunjukkan bahwa tidak terjadi penyimpangan atau ukuran di luar toleransi dari komponen plat ejektor. Penyimpangan terjadi pada komponen *lifter* yaitu pada bagian sudut *lifter*.

Semakin lama proses pembuatan *lifter* mengakibatkan semakin besar pula biaya produksi yang dibutuhkan. Demikian juga pada pembuatan *mold* di DMC yang melebihi dari estimasi waktu.

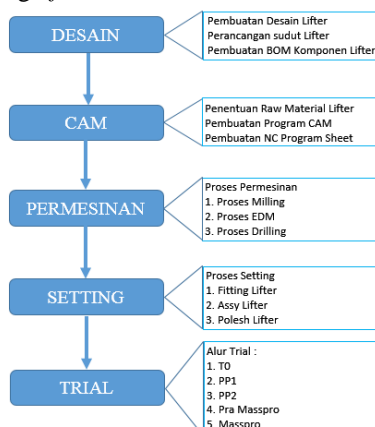
Proses perakitan di area seting merupakan penyumbang keterlambatan estimasi terbesar. Hal ini disebabkan sistem *lifter* yang tidak dapat dirakit karena adanya ketidaksesuaian sudut *lifter* menurut desain dengan hasil pemesinan.

Penelitian-penelitian sebelumnya[3,4,5,6] banyak mendiskusikan tentang bagaimana optimasi parameter sebuah *mold* dan bagaimana optimasi sistem penyaluran material yang efisien. Dalam penelitian ini, akan dikaji tentang proses pembuatan komponen *mold* dan metoda yang sesuai. Dalam penelitian ini, metoda pembuatan *lifter* yang tepat, yang mencegah terjadinya penyimpangan (*mismatch*) pada *lifter* diharapkan dapat diperoleh, sehingga hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi untuk mencapai kualitas sesuai dengan standar.

II. METODOLOGI

Dalam penelitian ini digunakan metoda yang terdiri dari beberapa tahapan seperti studi lapangan, studi literatur, proses pengumpulan data dan melakukan percobaan atau eksperimen. Dalam studi lapangan, diskusi-diskusi dilakukan dengan para pakar di bidangnya yang ada di lingkungan DMC, Polman Astra dan juga industri pelanggan AOP. Dalam diskusi tersebut didiskusikan berbagai hal tentang karakter mesin, karakter material, kemampuan mesin, peralatan pendukung dan kemungkinan-kemungkinan eksperimen yang dapat dilakukan. Dalam studi literatur, dilakukan pencarian dan proses mengkaji referensi untuk mendapatkan wawasan yang lebih luas dengan memasukkan pengalaman dan teori eksperimental hasil diskusi dengan pakar. Proses pengumpulan data dan pelaksanaan eksperimen dilakukan di departemen *Die and Mold Center*.

Dari hasil diskusi dan studi literatur, dibuatlah sebuah alur pembuatan *lifter* seperti terlihat pada gambar 1. Alur proses inilah yang akan dijadikan sebagai acuan proses-proses pembuatan *lifter* dan komponen-komponen yang terkait. Alur kerja ini difokuskan pada pembuatan *lifter* secara umum, dan secara khusus pada penanggulangan *mismatch* pada lubang *lifter*.



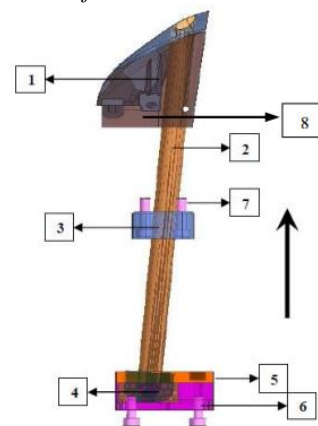
Gambar 1. Alur Proses Pembuatan *Lifter*

Undercut[7] merupakan bentuk-bentuk tonjolan, lubang atau lekukan yang mengakibatkan produk tidak dapat dikeluarkan secara langsung. Bentuk-bentuk tersebut dibuat karena tuntutan produk untuk memenuhi fungsinya. Dari segi konstruksi *mold*, tentu akan berbeda dengan *mold* biasanya. Untuk dapat mengeluarkan produk pada saat proses *ejection* dapat menggunakan beberapa mekanik sistem seperti *lifter* dan *slider*. *Lifter* digunakan untuk mengatasi bentuk *undercut* yang mengarah ke dalam. Langkahnya relatif pendek karena keterbatasan sudut dan langkah ejektor.

Lifter di DMC menggunakan mekanisme rumah *lifter* dimana kepala *lifter* tidak bersuaian langsung dengan *core* melainkan dengan rumah *lifter*. Rumah *lifter* berfungsi sebagai pengarah gerak kepala *lifter*. Penggunaan mekanisme rumah *lifter* ini untuk mengatasi tidak tersedianya *tools* dan mesin untuk melakukan *drill* sudut langsung ke *core*.

Proses pembuatan *lifter*[8] dilakukan di area permesinan, dimana proses tersebut merupakan rangkaian proses dari beberapa mesin yang berbeda dengan urutan tertentu, dari material mentah sampai material membentuk sebuah *lifter* sesuai dengan gambar kerja yang sudah ditentukan, dengan spesifikasi geometri dan toleransi yang dibutuhkan.

Secara normatif atau berdasarkan kebiasaan di industri, inspeksi *lifter* yang dilakukan dalam urutan pembuatan *lifter* tidak ada. Spesifikasi geometri dan toleransi sudah diatur melalui mekanisme pemrograman dengan bantuan *computer aided manufacturing*. Alasan mendasar mengapa pada *lifter* tidak dilakukan proses inspeksi adalah karena penyimpangan yang terjadi akan diatasi melalui proses *fitting* pada saat dilakukan proses assembling. Namun, berdasarkan pengalaman dan catatan proses pembuatan *mold Cover Body*, penyimpangan *lifter* tidak dapat diatasi dengan proses *fitting* sehingga diperlukan proses inspeksi agar penyimpangan yang terjadi dapat diketahui sedini mungkin. Gambar 2 menjelaskan bentuk dan komponen sistem *lifter*.



Gambar 2. Sistem *Lifter*

Komponen-komponen sistem *lifter* :

1. Kepala *lifter*, sebagai pembentuk profil *undercut*.
2. Batang *lifter*, sebagai dudukan kepala *lifter*.
3. Pengarah *lifter*, sebagai pengarah gerak *lifter*.
4. Sepatu *lifter*, sebagai pengikat dan penahan batang *lifter* ke plat ejetor.
5. *Guide rail*, sebagai penahan dan pengarah gerak *lifter*.
6. Plat landasan, sebagai landasan bergerak sepatu *lifter*.
7. Komponen tambahan berupa baut, pegas dan *stopper*.
8. Rumah *lifter*, sebagai dudukan kepala *lifter* dan pengarah pergerakan *lifter*.

Computer aided manufacturing (CAM) adalah suatu perangkat lunak komputer untuk mengontrol pergerakan *tools*, mesin ataupun bagian mesin lainnya, yang berhubungan dengan proses permesinan. Selain itu CAM juga berarti penggunaan komputer yang berfungsi untuk membantu dalam semua perencanaan manufaktur, termasuk di dalamnya perencanaan, manajemen, transportasi dan penyimpanan. Tujuan utamanya adalah untuk menghasilkan proses produksi yang lebih cepat dari proses manual, serta ukuran yang lebih presisi.

Jig adalah suatu alat bantu untuk mengarahkan dan mengontrol alat potong pada suatu proses pengerjaan, sehingga kesamaan bentuk dari komponen dapat terjamin. *Fixture* adalah alat bantu untuk memegang dan menepatkan komponen pada suatu proses pengerjaan. *Angle block* merupakan salah satu alat bantu untuk membentuk sudut pada proses permesinan. Sistem kerjanya, *angle block* digunakan sebagai dudukan dan benda kerja akan membentuk sudut sesuai sudut yang telah ditentukan pada *angle block*.

III. DISKUSI DAN HASIL

III.1 Analisa Kondisi Penyimpangan

Dari hasil inspeksi dan diskusi ditemukan tiga penyimpangan yang terjadi :

1. Penyimpangan Sudut *Lifter*

Dari hasil pengukuran diketahui bahwa terjadi penyimpangan pada bagian sudut *lifter*. Sudut hasil *drilling* tidak sesuai dengan sudut di gambar kerja. Penyimpangan sudut *lifter* terjadi disebabkan oleh beberapa proses tidak standar, yaitu :

- a. Pencekaman tidak mampu menahan gaya *drilling*, hal tersebut diketahui dari hasil *dial* benda kerja setelah proses *drilling* yang bergeser sejauh 0,06 mm.
- b. Pergeseran arah *drilling*, pergeseran arah *drilling* terjadi disebabkan oleh proses *drilling* pada bidang miring.

- c. Kesalahan seting sudut *operator*. Seting sudut dilakukan dengan menyetting *bed* mesin milling horizontal. Setelah sudut diset dengan sudut yang akan diproses tidak dilakukan proses pengukuran ulang sudut oleh *operator*, sedangkan hasil sudut setting mesin memiliki penyimpangan sampai 10'.

2. Penyimpangan Ketegaklurusan *Drilling*

Dari hasil pengukuran diketahui bahwa terjadi penyimpangan pada bidang tegak lurus lubang *lifter*. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada bidang tersebut tidak terbentuk sudut standar 90°. Penyimpangan ketegaklurusan terjadi disebabkan oleh beberapa proses tidak standar.

Pencekaman kadang tidak mampu menahan gaya *drilling*. Hal tersebut diketahui dari hasil *dial* benda kerja setelah proses *drilling* yang bergeser sejauh 0,06 mm.

3. Penyimpangan Koordinat Lubang

Dari hasil pengukuran diketahui bahwa terjadi penyimpangan pada koordinat lubang. Penyimpangan tersebut diketahui dari hasil inspeksi CMM yang menunjukkan terjadinya pergeseran koordinat lubang *lifter*. Penyimpangan koordinat terjadi disebabkan oleh beberapa proses tidak standar.

Proses seting koordinat lubang dilakukan dengan pendekatan visual *center drill*. *Center drill* diarahkan hingga terlihat tepat pada *point marking*.

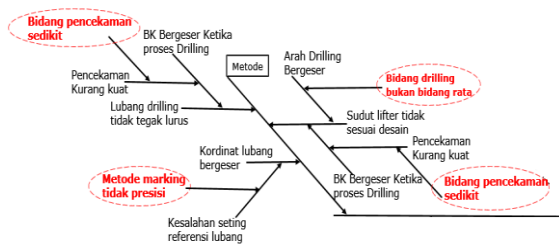
III.2 Analisa Sebab Akibat



Gambar 3. Faktor Mesin

Gambar 3 menunjukkan bahwa pada mesin terdapat masalah yaitu adanya kerusakan pada *bed* mesin yang menjadi pembentuk sudut. Seting sudut pada mesin dilakukan dengan meng-*input* program, kemudian secara otomatis *bed* mesin membentuk sudut sesuai sudut yang di-*input*. Kerusakan ini mengakibatkan sudut pada *bed* mesin tidak sesuai dengan yang di-*input operator*. Hal ini tentu saja membuat hasil sudut lubang *Not Good*.

Gambar 4 menunjukkan bahwa pada metoda ditemukan beberapa akar masalah yang menjadi penyebab terjadi penyimpangan *lifter*. Akar masalah tersebut adalah ketidakpresisian proses *marking*, bidang *drilling* yang berupa bidang miring, dan sedikitnya bidang pencekaman.



Gambar 4. Faktor Metoda

III.3 Rencana Penanggulangan

Dari hasil diskusi dan kajian, direncanakan beberapa penanggulangan yaitu :

a. Penanggulangan Faktor Metoda

Dari kajian terhadap faktor metoda yang dilakukan, penyimpangan *lifter* disebabkan oleh beberapa kondisi. Penanggulangan yang dilakukan yaitu dengan mengubah urutan proses, menambah luasan bidang cekam proses *drilling*, memberikan bidang referensi koordinat lubang dan juga menjadikan bidang *drilling* tegak lurus dengan arah *drilling*.

b. Penanggulangan Faktor Mesin

Dari analisa faktor mesin yang sudah dilakukan, masalah penyimpangan *lifter* disebabkan oleh kondisi kontrol program penggerak *bed* mesin yang rusak. Hal tersebut mengakibatkan sudut yang terbentuk oleh *bed* mesin tidak sesuai dengan sudut yang dibentuk oleh *operator*. Penanggulangan masalah ini yaitu dengan melakukan pengecekan ulang terhadap sudut yang terbentuk pada benda kerja.

c. Metoda Permesinan I

Pada metoda awal, *angle block* hanya digunakan pada *lifter* yang memiliki dua sudut. Sedangkan untuk *lifter* dengan satu sudut, sudut dibentuk dengan gerak putar *bed* mesin. Pada metoda baru ini, *angle block* digunakan sebagai pembentuk sudut *lifter* utama karena dinilai lebih akurat dan lebih mudah dalam proses seting. *Angle block* dibuat dalam beberapa sudut kelipatan 2° dari 2° sampai 20°.

Perancangan sudut *lifter* dilakukan oleh bagian desain. *Angle block* yang digunakan pada metoda baru memiliki kekurangan yaitu hanya dapat digunakan pada sudut kelipatan 2°. Dengan mempertimbangkan hal tersebut, dilakukan standarisasi besar sudut di bagian desain yaitu sudut *lifter* dirancang dengan kelipatan 2°.

Proses inspeksi *lifter* dilakukan dengan tujuan untuk memastikan bahwa inspeksi *lifter* dapat dilakukan proses di area setting. Pada metoda pembuatan sebelumnya tidak dilakukan

proses inspeksi dengan alasan penyimpangan *lifter* dapat ditanggulangi dengan proses *fitting*. Namun aktualnya penyimpangan yang terjadi tidak dapat ditanggulangi oleh proses *fitting*. Akibatnya terjadi beberapa proses dilakukan berulang. Karena harus dilakukan proses perbaikan. Karena itu *lifter* harus melalui proses inspeksi sebelum diproses di area setting.

d. Hasil Metoda Permesinan I

Hasil inspeksi terhadap metoda I menunjukkan penyimpangan lubang *lifter* yang terjadi pada metoda sebelumnya sudah teratasi. Namun timbul masalah baru yaitu lubang kepala *lifter* tidak konsentris dengan lubang pada rumah *lifter*. Penyimpangan lubang tersebut mempengaruhi proses *fitting lifter*. Proses *fitting lifter* membutuhkan waktu lebih lama. Analisa dan kajian metoda I secara singkat diuraikan pada tabel 1.

Tabel 1. Analisa Metoda I

Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Lifter sulit fitting	Lubang lifter tidak konsentri	Lubang mengalami pergeseran setelah proses fitting	Proses drilling dilakukan sebelum proses fitting	Proses drilling dilakukan secara terpisah antara kepala dan rumah lifter

e. Metoda Permesinan II

Hasil analisa menunjukkan terjadi masalah pada proses *fitting* yang disebabkan oleh ketidakkonsentrisan lubang *lifter*. Karena hal tersebut dilakukan analisa untuk mengetahui penyebab terjadinya masalah tersebut.

Proses permesinan memiliki pengaruh terbesar terhadap hasil *lifter*. Sesuai dengan solusi permasalahan, pada permesinan *lifter* dilakukan perubahan terhadap urutan proses. Perubahan urutan ini bertujuan untuk mempertahankan bidang *blocking* sehingga menghilangkan proses tidak standar pada proses *drilling* rumah *lifter*.

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan hasil bahwa gaya cekam dari *clamp* dan *bolt* 10 mm memiliki gaya cekam lebih besar dari gaya *drill* yaitu sebesar 28400 N dengan gaya *drill* sebesar 14210 N. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa gaya cekam sudah mampu menahan gaya tekan dari proses *drill*. Pergeseran terjadi karena tidak terpenuhinya syarat bidang pengecaman yaitu minimal 20% dari tinggi benda kerja.

f. Hasil Metoda Permesinan II

Setelah masalah ditanggulangi, dilakukan uji coba terhadap metoda II. Hasil Percobaan berupa data hasil inspeksi komponen *lifter* yang diuji.

Hasil inspeksi terhadap metoda II menunjukkan tidak terjadi penyimpangan. Selanjutnya dilakukan uji coba assembling *lifter* ke *core*, assembling kepala *lifter* sudah dilakukan. Hasil assembling batang *lifter* dan assembling sepatu *lifter* menunjukkan tidak terjadi penyimpangan. Assembling *lifter* dapat dilakukan dan dikategorikan mudah diassembling. Berdasarkan hasil tersebut, metoda II dijadikan sebagai metoda final dan dijadikan referensi dan dapat diterapkan pada pembuatan *lifter* selanjutnya.

g. Perbandingan Metoda

Dari hasil penelitian didapatkan metoda final yaitu metoda *Semi Drilling Blocking*. Dalam metoda ini terjadi beberapa perubahan baik proses permesinan maupun proses ukur. Tabel 2, 3, dan 4 berikut merupakan tabel perubahan metoda dari metoda lama ke metoda final, perbandingan hasil pengukuran koordinat metoda lama dan baru serta tabel perbandingan hasil pengukuran sudut dengan metoda lama dan baru.

Tabel 2. Perubahan Proses menurut Metoda

No.	Proses	Metode Lama	Metode Final
1.	Surface <i>Core</i>	<i>Drilling</i> tembus ke <i>surface core</i>	<i>Drilling</i> tidak tembus
2.	Bidang Awalan <i>drill</i>	Tidak ada bidang awalan <i>drill</i>	Ada bidang awalan <i>drill</i>
3.	Pembentuk Sudut	Sudut dibentuk <i>bed</i> mesin	Sudut dibentuk <i>Angle Block</i>
4.	Setting koordinat lubang	Metode <i>marking</i>	Dibuatkan bidang setting koordinat
5.	Bidang pencekaman proses <i>drilling</i>	Pencekaman pada bidang yang sudah terkontur	Pencekaman pada bidang balok tambahan
6.	Cek diameter lubang <i>lifter</i>	Caliper	Batang <i>lifter</i> + <i>Plug Gauge</i>
7.	Uji <i>assy lifter</i>	<i>Missmatch</i> tidak dapat di- <i>assy</i>	<i>Lifter</i> dapat ter- <i>assy</i> dengan baik

Tabel 3. Hasil Ukur Koordinat Metoda I dan II

No.	Item	Point	Standard	Before		After	
				Result	Judgement	Result	Judgement
1.	Lifter 5R	Axis x	± 0.200	0.352	NG	0.112	OK
		Axis y	± 0.200	0.380	NG	0.045	OK
2.	Lifter 6R	Axis x	± 0.200	-	-	-	-
		Axis y	± 0.200	-	-	-	-
3.	Lifter 7R	Axis x	± 0.200	0.180	OK	0.080	OK
		Axis y	± 0.200	0.250	NG	0.089	OK

Tabel 4. Hasil Ukur Sudut Metoda I dan II

No.	Item	Point	Standard	Before		After	
				Result	Judgement	Result	Judgement
1.	Lifter 5R	Line 5a	± 1.500	2.280	NG	0.114	OK
		Line 5c	± 0.100	0.370	NG	0.032	OK
2.	Lifter 6R	Line 6a	± 1.500	2.233	NG	0.232	OK
		Line 6c	± 0.100	0.133	NG	0.023	OK
3.	Lifter 7R	Line 7a	± 1.500	1.780	NG	0.121	OK
		Line 7c	± 0.100	0.250	NG	0.230	OK

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa, data-data hasil eksperimen yang sudah dilakukan dan beberapa perhitungan matematis, dapat diambil kesimpulan bahwa penyimpangan *lifter* yang terjadi disebabkan oleh faktor mesin yaitu dari kerusakan yang terjadi pada *bed* mesin yang berfungsi untuk membentuk sudut yang sudah diatasi dengan menggunakan dua cara yaitu dilakukan pengukuran ulang setelah benda kerja di-*setting* oleh *operator* dan dengan ditambahkan alat bantu setting sudut *jig angle block*. *Angle block* digunakan sebagai pembentuk sudut baru. Penyimpangan dari faktor metoda disebabkan oleh kesalahan setting kordinat lubang *lifter*, kurangnya bidang pencekaman yang mengakibatkan bergesernya rumah *lifter* ketika proses *drilling* dan adanya bidang *drilling* yang berupa bidang miring yang mengakibatkan bergesernya arah *drilling*. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan metoda pembuatan baru yaitu metoda *semi drilling blocking*. Hasil pengujian metoda tersebut telah membuktikan bahwa dapat menghilangkan penyimpangan sudut *lifter*. Selain itu, pada metoda baru telah ditambahkan proses inspeksi *lifter* oleh *Quality Control* sebelum *lifter* diproses di area *setting*. Pada penelitian ini, metoda permesinan yang memberikan hasil optimal dalam proses pembuatan rumah *lifter* untuk menghilangkan penyimpangan lubang *lifter* sudah diuraikan dalam paper ini, dengan mengimplementasikan metoda final.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rosato D V, Rosato M G. (2000). *Injection Molding Handbook (3rd edition)*. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts.
- [2] Y T Wibowo, S Y Baskoro, Vuko AT Manurung. (2017). *Toolpath Strategy and Optimum Combination of Machining Parameter during Pocket Mill Process of Plastic Mold Steels Material*. IOP Conference



- Series : Material Science and Engineering,
Volume 306, Conference 1.
- [3] Sachs E, Wylonis E, Allen S, Cima M, Guo H. (2000). *Production of Injection Molding Tooling with Conformal Cooling Channels using The Three Dimensional Printing Process*. Polymer Engineering and Science. 1232-1247.
- [4] Kamaruddin S, Khan Z, Foong S H. (2010). *Application of Taguchi Method in The Optimization of Injection Moulding Parameters for Manufacturing Products form Plastic Blend*. IACSIT International Journal of Engineering and Technology, Volume 2, No. 6, 574-580.
- [5] Pareek R, Bhamniya J. (2013). *Optimization of Injection Moulding Process using Taguchi and Anova*. International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 4, No.1
- [6] Meiabadi M S, Vafaesafat A, Sharifi F. (2013). *Optimization of Plastic Injection Molding Process by Combination of Artificial Neural Network and Genetic Algorithm*. Journal of Optimization in Industrial Engineering, Volume 13, 49-54.
- [7] Indonesia Mold and Dies Industry Association. (2002). *Mold Basic Design Textbook*. Jakarta
- [8] Menges G, Michaeli W, Mohren P. (2001). *How to Make Injection Mold (3rd edition)*. Hansel Publishers. Munich.