

## PROGRAM PERAWATAN CETAKAN PLASTIK UNTUK MENGHINDARI KERUGIAN AKIBAT KERUSAKAN

Puji Basuki<sup>1\*</sup>, Agustien Zulaidah<sup>2</sup>, dan Ricka Prasdiantika<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Mesin, <sup>2</sup> Jurusan Teknik Kimia, <sup>3</sup> Jurusan Teknik Elektronika  
Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran

Jl. Banjarsari Barat No.1, Pedalangan, Banyumanik, Kota Semarang, Jawa Tengah 50268

\*Email: basuki.p@unpand.ac.id

### Abstrak

Ketahanan alat adalah hal penting seperti cetakan dalam pembuatan plastik. Akibat dari adanya perbaikan adalah berkurangnya waktu untuk produksi sehingga kapasitas injeksi berkurang. Selanjutnya akan mengganggu pada proses berikutnya seperti perakitan, pengemasan, dan pengiriman. Pengambilan keputusan kapan cetakan bisa dilakukan perawatan menjadi masalah yang penting dipelajari. Objek penelitian adalah cetakan alat musik tiup terdiri dari 9 (sembilan) produk. Pertimbangan perencanaan waktu perawatan meliputi jumlah pesanan, siklus, tonase mesin, konstruksi cetakan. Pertimbangan berikut adalah jenis kerusakan seperti flashing, bekas ejector, kualitas permukaan, bengkok, kotor, dan retak. Hasil dari penelitian adalah Cover Lower sebagai cetakan dengan kerusakan produk terbanyak. Permukaan produk kasar adalah kurasaan paling banyak. Selang waktu paling lama harus dilakukan perbaikan adalah 1 (satu) bulan untuk Cover Lower, Frame, White Key dan Black Key.

**Kata Kunci:** flashing, mold maintenance, plastic injection, reject

### PENDAHULUAN

Perawatan adalah suatu langkah untuk menjaga agar suatu alat tetap dalam kondisi baik. Alat selalu dapat digunakan dengan hasil yang sesuai standar kualitas dan kecepatan produksi (Budai et al., 2008). Perawatan dinilai penting karena dapat menghindari adanya kerugian akibat waktu perbaikan (Bahrudin et al., 2021). Perawatan perlu diprogram secara waktu dan cara agar tidak mengganggu jalannya proses produksi (Nurchahyo et al., 2018). Menjalankan program perawatan dengan efektif akan memberikan pengaruh terhadap kinerja dan keawetan mesin dan alat (Lundgren et al., 2018). Kegiatan perawatan ada 2 (dua) jenis yaitu terencana dan tidak terencana. Hasil penelitian deskriptif kualitatif perawatan terencana dilakukan untuk menekan angka kemacetan saat proses produksi dan mampu mengontrol kualitas dengan baik. Tetapi sering tidak dilakukan saat jadwal produksi padat karena jumlah order sedang tinggi (Mentari, 2017).

Tujuan perawatan yaitu mengoptimalkan kemampuan alat, agar alat menjadi awet, tidak cepat rusak, agar tidak terjadi pemborosan akibat biaya perbaikan karena adanya kerusakan, dan agar jadwal pengiriman tidak terganggu yang disebabkan berhentinya alat secara mendadak karena rusak (Kumar and Yogish, 2016).

Jenis perawatan menurut Kumar and Yogish (2016) yaitu pencegahan (*preventive*) untuk menghindari kerusakan pada alat dengan cara mengganti komponen secara berkala berdasar umur pakai. Melakukan pembersihan. Melakukan pelumasan pada komponen bergerak. Melakukan pengecekan pada sambungan ulir, baut, mur dan pengikat lainnya. Memeriksa posisi dan letak komponen. Pencegahan dilakukan secara rutin tanpa menunggu adanya gangguan (Bilik et al., 2014).

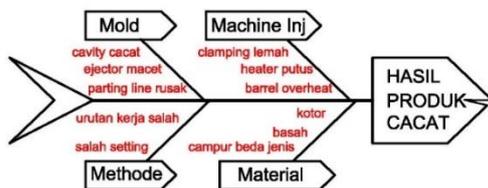
Jenis *breakdown maintenance* yaitu mengganti komponen yang rusak dengan cepat. Komponen ini sebaiknya sudah disiapkan ada tersedia dalam stock. Persiapan stock komponen dengan mempertimbangkan jenis komponen yang dapat dianggap sebagai *consumable* (Kazmer, 2016). Umumnya bisa dilakukan dengan cepat.

Perawatan pada *mold* Reflector dengan hasil produk injeksi akan dilakukan proses pelapisan permukaan menggunakan metode UV Coating mampu menurunkan reject *flex oil* sebesar 12.52% (Sisworo dan Mulyati, 2017). Sehingga perawatan selain untuk menjaga keawetan alat juga berhasil menurunkan angka reject hasil proses produksi.

*Mold* berfungsi membentuk suatu lelehan polimer plastik sesuai bentuk rongga cetak. Setiap bentuk produk dihasilkan oleh cetakan

tersendiri. Artinya apabila akan ganti produk berarti harus dilakukan penggantian  *mold* .  *Mold*  harus mampu mendistribusikan panas dari polimer agar dapat membentuk produk dengan seragam.  *Mold*  juga harus bisa mengeluarkan produk hasil cetak dengan aman tanpa terjadi cacat (Kazmer, 2016).

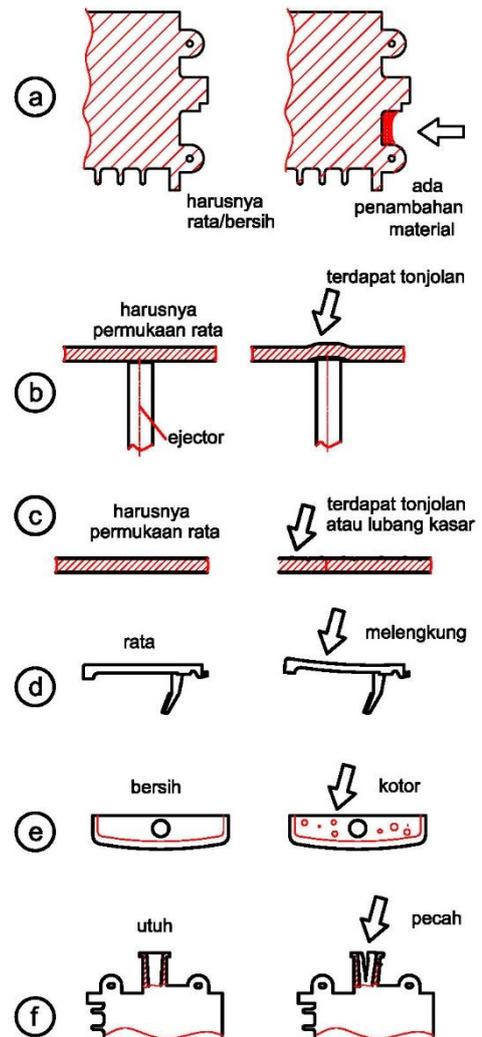
Sedangkan mesin injeksi adalah alat dengan fungsi melelehkan bahan plastik, lalu mendorong ke dalam cetakan. Kapasitas mesin injeksi ditentukan oleh kekuatan menahan  *mold*  agar tidak terbuka saat proses penyuntikan ( *injection* ) material plastik. Kualitas hasil proses injeksi selain ditentukan oleh  *mold*  juga tergantung pada berbagai parameter setting diantaranya tekanan hidrolik untuk menahan dorongan injeksi, tekanan injeksi, temperatur barrel, kecepatan injeksi, dan volume material dalam sekali pengisian (Tripathi et al., 2021).



Gambar 1. Diagram kerusakkan produk

Dalam hal ini bahasan akan fokus pada  *mold*  saja sesuai topik perawatan cetakan. Untuk faktor diluar cetakan tidak akan dibahas.

Jenis kerusakan akibat dari cetakan diantaranya (lihat gambar 2):  *Flashing* , yaitu terjadinya tambahan material pada area  *parting line*  atau garis pisah. Penyebabnya adalah adanya celah pada garis pisah sehingga material plastik yang masih panas akan mengisi celah tersebut.  *Ejector mark* , yaitu adanya tonjolan akibat tendangan ejector yang kuat, disatu sisi produk menempel terlalu kuat pada rongga cavity.



Gambar 2. Kerusakan akibat cetakan

Permukaan kasar umumnya terjadi karena kerusakan permukaan  *cavity*  misal karatan. Atau penyebab lain diantaranya benturan dengan palu, ujung obeng, atau tergores ujung  *ejector*  saat terlambat masuk ke posisi normal. Bentuk produk melengkung. Saat keluar dari rongga  *cavity*  tidak semua  *ejector*  mendorong secara bersamaan dan sejajar. Beberapa  *ejector*  tidak bisa bergerak mendorong produk sebab suaian antara batang  *ejector*  dan lubang terkunci. Produk kotor, karena efek pelumasan yang terlalu berlebihan pada  *ejector*  atau komponen bergerak lainnya. Produk pecah pada lubang samping hasil slider. Disebabkan slider terlambat mundur. Penelitian tentang cacat  *silver streaks*  yaitu berupa bercak bersisik warna putih pada permukaan hasil cetak injeksi diatasi dengan cara mengurangi kadar air dan

melakukan prosedur persiapan produksi (Bilik et al., 2014).

Jam kerja  *mold*  adalah durasi waktu sejak dijalankan untuk mencetak produk hasil pertama sampai seluruh pesanan selesai. Mesin injeksi dihitung dalam waktu 22 jam kerja selama sehari semalam. Hal ini untuk memberi kelonggaran operator bekerja di malam hari istirahat 2 (dua) jam. Order merupakan jumlah order pada satu perintah kerja. Tot Order merupakan jumlah pesanan dalam satu bulan serta perintah kerja adalah lembar perintah kerja yang diterbitkan secara parsial demi kemudahan kontrol penjatahan bahan. JKM merupakan jam kerja  *mold*  dalam hitungan jam, sedangkan  *cycle time*  adalah siklus waktu (detik) dan  *cavity*  merupakan jumlah rongga cetak

$$\text{Tot Order} = \text{Order} \times \text{Perintah Kerja} \quad (1)$$

$$\text{JKM} = \text{Tot Order} \times \frac{\text{Cycle Time}}{\text{Cavity} \times 3.600} \quad (2)$$

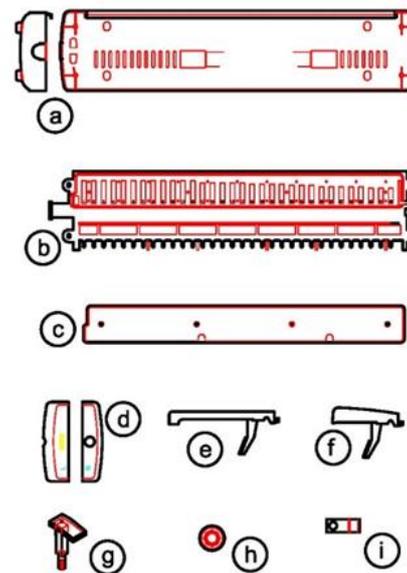
## METODOLOGI

Obesrvasi dilakukan pada cetakan untuk membuat komponen plastik pada alat pianica. Yaitu alat musik tiup. Terdiri dari 12 cetakan untuk 9 jenis komponen. Beberapa komponen menggunakan lebih dari 1 (satu) cetakan atas dasar pertimbangan kapasitas produksi. Sebelum menentukan program dan jadwal perawatan cetakan dilakukan pengumpulan data. Terdiri dari 2 (dua) jenis yaitu sekunder, adalah data yang dimiliki perusahaan. Berikutnya adalah data primer yaitu data yang dicari sendiri untuk melengkapi obeservasi. Data sekunder terdiri dari jumlah cetakan, nama komponen, jumlah cavity, cycle time produksi, jumlah order, material, tonnage mesin, berat komponen. Sedangkan data primer adalah jenis kerusakan yang sering terjadi, penyebab, cara perbaikan, lama waktu perbaikan, faktor kesulitan, efek dari perbaikan. Pengolahan data dimaksud untuk mencapai tujuan dari obeservasi ini. Yaitu menentukan program perawatan cetakan dengan mempertimbangkan jumlah jam kerja, jenis kerusakan, dan jenis  *mold* .

Jumlah jam kerja  *mold*  dihitung berdasar jumlah order dalam satu kali perintah kerja, jumlah perintah kerja,  *cyle time* , jumlah  *cavity* . Jumlah perintah kerja dihitung dalam kurun waktu satu bulan.  *Cavity*  adalah jumlah produk yang dihasilkan dalam setiap siklus waktu.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil observasi dalam pembuatan komponen pianica terdapat 9 komponen dengan gambar seperti pada gambar 3. Terdiri dari:  *Cover Lower*  adalah bagian terluar yang akan melindungi mekanisme sumber suara agar tidak tersentuh secara langsung oleh tangan. Frame adalah rangka yang terdapat lubang sumber resonansi suara. Akan ditempel oleh plat metal sebagai sumber getaran suara.



Gambar 3. Bentuk dan nama komponen.

*Air chamber*  adalah penutup plat metal sumber suara. Tanpa dipasang  *air chamber*  alat musik belum bisa mengeluarkan suara biarpun ditiup dengan keras.  *Cove L/R*  adalah penutup sisi kiri dan kanan dari  *cover lower* .  *White key*  adalah tuts berwarna putih yang akan ditekan saat alat musik dimainkan.  *Black Key*  adalah tuts berwarna hitam yang akan ditekan saat alau musik dimainkan.  *Water Key Valve*  adalah katup tempat lubang pembersihan.  *Water Key Button*  adalah tombol yang ditekan pada saat ingin membuka katup pembersih.  *Water Key Plate*  adalah penutup bagian lubang resonansi.

Tabel 1. Data cetakan

Nama Komponen	Jumlah Cavity	Material	Mesin Tonnage	Cycle Tm(s)
<i> Cover Lower </i>	2	HIPS	360	70
Frame	2	HIPS	360	70
Air Chamber	2	HIPS	140	40
<i> Cover L/R </i>	2	ABS	80	35
White Key	1	HIPS	140	60

Black Key	24	HIPS	140	60
Water Key Valve	8	ABS	40	25
Water Key Button	8	ABS	40	25
Water Key Plate	8	HIPS	40	25

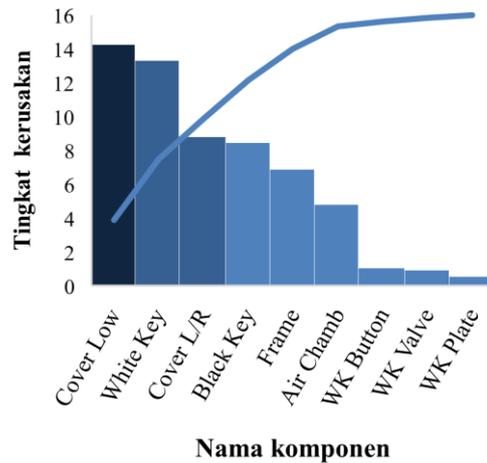
Setiap komponen terdapat cetakan atau *mold* tersendiri. Data terlihat pada tabel 1. Dalam satu *mold* terdapat rongga cetak atau *cavity*. Jika hasil setiap kali proses cetak menghasilkan 2 (dua) maka disebut 2 (dua) *cavity*. Seri adalah untuk menyebut jika terdapat lebih dari 1 (satu) cetakan agar tidak rancu. Material adalah resin plastik yang digunakan. Tonnage mesin injeksi adalah ukuran clamping force tiap mesin.

Tabel 2. Kerusakan proses

Nama Komponen	Jenis kerusakan						Total
	flashing	ejectmk	kasar	bend	kotor	pecah	
Cover Lower	75	17	92	63	87	8	342
Frame	32	8	54	34	19	1	165
Air Chamber	46	11	17	29	9	3	115
Cover L/R	35	23	80	17	54	2	211
White Key	42	19	12	9	21	10	320
Black Key	39	17	94	19	32	2	203
Water Key Valve	17	0	3	0	2	0	22
Water Key Button	22	0	2	0	1	0	25
Water Key Plate	11	2	0	0	0	0	13
Total (bh)	31	97	47	18	30	4	
	9		1	3	6	0	

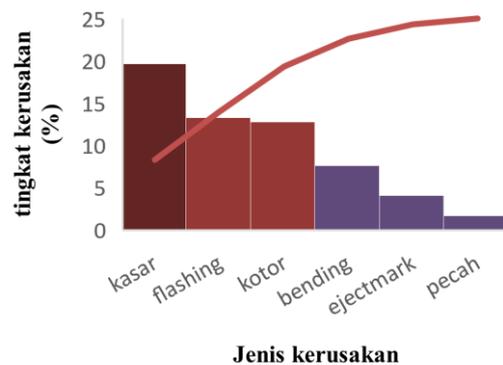
Semakin besar maka kemampuan menahan cetakan agar tidak membuka pada saat pengisian material plastik semakin kuat. Cyle time adalah total waktu dalam satu siklus proses injeksi. Dengan urutan siklus *mold close, injection, cooling time, mold open, ejecting*. Selama proses produksi sering terjadi kerusakan dan kegagalan proses. Kejadian tersebut di data mengikuti jumlah dalam satu order. Data tercantum pada tabel 2 untuk order sejumlah 2.400 pcs.

Berdasarkan nama komponen yang sering rusak adalah *cover lower* sebesar 342 buah atau sebesar 14.25 %. Peringkat 2 (dua) dan 3 (tiga) adalah *White Key* dan *Cover L/R*. Sedangkan paling sedikit kerusakan adalah *Water Key Plate* hanya sebesar 13 buah atau 0.54 %. Untuk kemudahan pembacaan ditampilkan pada diagram pareto gambar 4.



Gambar 4. Pareto kerusakan berdasar nama komponen (*mold*)

Berdasar jenis kerusakan peringkat pertama adalah permukaan produk kasar dengan jumlah 471 buah atau 19.63 %. Sedangkan berturut-turut peringkat 2 (dua) dan 3 (tiga) adalah *flashing* dan kotor. Sedangkan jenis kerusakan paling sedikit terjadi adalah pecah sejumlah 40 buah atau 1.67 %. Untuk kemudahan pembacaan ditampilkan pada diagram pareto gambar 5.



Gambar 5. Pareto jenis kerusakan

Perhitungan atas dasar order 2.400 pcs, jumlah perintah kerja 18 kali dalam satu bulan. Dalam satu hari satu malam dihitung 22 jam. Dengan menggunakan persamaan (1) dan (2) diperoleh hasil seperti tabel 3.

Tabel 3. Jam kerja *mold* satu bulan

Nama Komponen	Running (jam)	Running (hari)
Cover Lower	420	19.09

Frame	420	19.09
Air Chamber	240	10.91
Cover L/R	210	9.55
White Key	360	16.36
Black Key	360	16.36
Water Key Valve	150	6.82
Water Key		
Button	150	6.82
Water Key Plate	150	6.82

Dari tabel 3 maka ditentukan harus dilakukan perawatan 1 (satu) bulan sekali untuk *Cover Lower*, Frame, White Key dan Black Key. Untuk cetakan Air Chamber dan Cover L/R adalah 2 (dua) bulan sekali. Untuk cetakan Water Key Valve, Water Key Button dan Water Key Plate selama 3 (tiga) bulan dilakukan perawatan sejumlah 1 (satu) kali.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Cetakan paling kritis adalah *Cover Lower* dengan jenis kegagalan permukaan produk kasar. Kerusakan tertinggi adalah permukaan kasar yang terjadi pada cetakan White Key. Perawatan cetakan minimal 1 (satu) bulan harus sudah dilakukan untuk *Cover Lower*, Frame, White Key dan Black Key.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Pandanaran atas dukungan dan fasilitas yang diberikan sehingga penulisan jurnal dapat terlaksana.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bahrudin, A., Setiawan, I., Arifin, M. M., Fipiana, W. I., and Lusiana, V., (2021), Analysis of Preventive Maintenance and Breakdown Maintenance on Production Achievement in the Food Seasoning Industry, *Opsi*, 14(2), 253-261. <https://doi.org/10.31315/opsi.v14i2.5540>
- Bílik, J., Náplava, A., Kusý, M., Košík, M., and Likavčan, L., (2014), Silver Streaks on Surface of Injected Thermoplastic Parts, *Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology*, 22(34), 21–27. <https://doi.org/10.2478/rput-2014-0023>
- Budai, G., Dekker, R., and Nicolai, R. P., (2008), Maintenance and Production: A Review of Planning Models. *Springer Series in Reliability Engineering*, 8(2001), 321–344. <https://doi.org/10.1007/978-1-84800-011-7>

- Kazmer, D. O., (2016), Introduction, *Injection Mold Design Engineering*, 1–20. <https://doi.org/10.3139/9781569905715.001>
- Kumar, S and Yogish., (2016), Preventive Maintenance and Breakdown Reduction of Critical Machines, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 03(06), 2632–2638.
- Lundgren, C., Skoogh, A., and Bokrantz, J. (2018), Quantifying the Effects of Maintenance - A Literature Review of Maintenance Models, *Procedia CIRP*, 72, 1305–1310. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.175>
- Mentari, D., (2017), Analisis Pelaksanaan Kegiatan Pemeliharaan (Maintenance) terhadap Kualitas Produk pada CV Green Perkasa Pematangsiantar, *Jurnal Maker*, 3(1), 40-48.
- Nurchayyo, R., Arisaputra, A. E., and Farizal, (2018), Development of maintenance program with Markov-Simulation method in Aviation industry. *4th IEEE International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences, ICETAS 2017, January 2018*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICETAS.2017.8277888>
- Sisworo, dan Mulyati, S., (2017), Preventive Maintenance Mold Reflector RG 100 Untuk Mengurangi Persentase Defect Produk Reflector RG 100 Hasil Proses UV Coating Pada PT. Arisamandiri Pratama. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 89–94.
- Tripathi, S., Mittermayr, C., Muhr, D., and Jodlbauer, H., (2021), Large Scale Predictability Analysis of Process Variables from Injection Molding Machines, *Procedia Computer Science*, 180, 545–560. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.274>