



## Pengurangan Porosity Pada Dies Akibat Pressure Rendah

Tri Ngudi Wiyatno<sup>1</sup>, Muhammad Hatta Ari Anggara<sup>2</sup>, Rifal Nugraha<sup>3</sup>, Rendi Krismanto<sup>4</sup>, Ikkal Aqbar<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Program Studi Teknik Industri Universitas Pelita Bangsa

Korespondensi email: [tringudi@pelitabangsa.ac.id](mailto:tringudi@pelitabangsa.ac.id)

### Abstraksi

*Total Productive Maintenance is one of the maintenance process methods developed to increase productivity in the work area, by making the process more reliable and less wasteful. This method is part of Lean Manufacturing. A common problem in TPM is due to the lack of comprehensive involvement of production operators in machine maintenance and the tendency to leave machine maintenance to maintenance. This is due to lack of standard machine maintenance, lack of training for operators, operators are less skilled in carrying out maintenance, and also inadequate working environment. A common problem nowadays is the problem of porosity in the die casting part due to incorrect TPM during prevention and operators who do not understand the potential of preventive cooling cause porosity and prevention as it starts from cooling propagating to porosity to other abnormal parts. .*

*Keywords: Total Productive Maintenance, die casting, abnormal, maintenance*

### I. Pendahuluan

Permasalahan di sini adalah sering terjadinya *abnormality* pada *dies* (cetakan) saat produksi. *abnormal* yang sering terjadi adalah *cooling pressure* rendah yang menyebabkan *crack* dan *porosity* (keropos) pada *dies* yang mengakibatkan NG pada produk. Karena itu banyak produk NG dan tingginya jumlah *breakdown* pada Mesin *die casting*. Terjadinya *abnormal* pada *dies* adalah karena jadwal *preventive maintenance* dan SOP *preventive* yang kurang mengakibatkan terjadinya *abnormal* pada *dies*. Dalam 1 tahun terakhir part yang sering diganti pada *dies* yaitu

1. *Core pin*, fungsi *core pin* sendiri untuk membuat lubang pada produk, pergantian *core pin* menggunakan *life time* sesuai MTBF (perubahan sebelum terjadinya kesalahan) untuk 3 *type dies* CSH, TCC, OPN. kecuali jika tiba-tiba produk NG

seperti NG *Hole*, maka *core pin* wajib ganti disaat itu juga walau belum *Life time* nya.



Gambar 1. Penggantian Core Pin Tahun 2019

Untuk total pergantian *core pin* dalam 2019, TCC=262, CSH=290, dan OPN=282

2. *Cooling inner Pipe Line Cooling* untuk *cavity*, *cooling inner Pipe Power cooling* untuk *core pin* pada *dies*, selang *cooling* dan *fitting* selang ketika sudah NG atau saat *preventive*, pergantian tersebut tidak

ada *Life time* nya karena ketika *preventive* akan di cek apakah masih NG/OK ,jika NG akan diganti dengan yang baru.

Bagaimana caranya menurunkan abnormal pada *dies* saat produksi berjalan? Dan tujuan penelitian ini adalah untuk mengubah pola *preventive* pada *dies*, menurunkan jumlah *breakdown* pada mesin, dan menurunkan jumlah NG produk akibat abnormal *dies*.

## II. Tinjauan Pustaka

Kedaria & Deshpande (2014) menyatakan bahwa TPM adalah prosedur sistematis untuk mencapai maksimalisasi laba, meningkatkan masa pakai peralatan, juga meningkatkan moral karyawan. Studi ini menemukan kebutuhan dasar TPM dan perencanaan yang tepat. Untuk menerapkan TPM pada tahap awal dalam organisasi. Studi ini membahas indikator kinerja utama penting (KPI) TPM yang merupakan waktu kerusakan mesin, *Mean Time between Failure* (MTBF), *Mean Time to Repair* (MTTR). Tujuan utama TPM adalah menciptakan partisipasi aktif semua karyawan dalam sistem pemeliharaan dan produksi seperti memberikan pelatihan TPM, *jizou hozen*, *kaizen kobetsu* pemeliharaan kualitas mesin, dan *planning preventive*. Tujuan utama dari penelitian makalah ini memahami metodologi TPM dan alat TPM. Penerapan TPM tidak semalam. Ini adalah kegiatan sehari-hari dengan keterlibatan semua karyawan. Perlu komitmen manajemen puncak. Pengukuran kinerja untuk proses produksi sangat penting untuk mempertahankan perusahaan

McKone, et al (1999) menyatakan bahwa hubungan antara TPM dan MP dengan mengusulkan kerangka kerja konseptual untuk memeriksa sifat hubungan ini. Karena TPM, JIT, dan TQM sangat

penting untuk strategi manufaktur kelas dunia, kami percaya bahwa perlu untuk mempertimbangkan JIT dan TQM ketika menilai TPM. Oleh karena itu, kerangka kerja kami mempertimbangkan hubungan langsung dan tidak langsung (melalui JIT dan TQM) antara TPM dan MP. Hasil analisis menunjukkan bahwa TPM, yang diukur untuk penelitian ini, memiliki dampak positif yang kuat pada beberapa dimensi MP. Sementara TPM berdampak langsung pada MP, ada juga hubungan tidak langsung yang kuat antara TPM dan MP melalui JIT. Hasil kami penting karena dua alasan. [1] Program pemeliharaan telah lama digunakan sebagai alat untuk mengendalikan biaya produksi. Hasil kami menunjukkan bahwa TPM melakukan lebih dari kontrol biaya, dapat meningkatkan dimensi biaya, kualitas, dan pengiriman. TPM dapat menjadi kontributor kuat untuk kekuatan organisasi dan memiliki kemampuan untuk meningkatkan MP. (2) Program Manufaktur Kelas Dunia, seperti JIT, TQM, dan TPM, tidak boleh dievaluasi secara terpisah. Mereka terkait erat dan dalam kombinasi dapat membantu menumbuhkan MP yang lebih baik.

Rajput & Jayaswal Dalam skenario manufaktur, produktivitas, biaya, inventaris, kualitas, dan pengiriman yang diinginkan semuanya tergantung pada berfungsinya fasilitas perusahaan secara efisien. Filosofi seperti, manajemen kualitas total (TQM), tepat waktu (JIT), sistem manufaktur yang fleksibel (FMS) dan lainnya. Telah mengarah pada teknik pemeliharaan komprehensif yang dikenal sebagai pemeliharaan total produktif (TPM) [1]. Hartman mendefinisikan TPM sebagai *Total Productive Maintenance* secara permanen Departemen pemeliharaan dapat merencanakan persyaratan pengeluaran dengan menggunakan informasi historis

untuk menyatakan pengembalian investasi dengan berkontribusi pada rencana bisnis tahunan perusahaan. Oleh karena itu jika kinerja kelas dunia dari OEE 85%.

Penelitian Octavia, et al. (2001). Ketika aluminium panas atau paduannya mengenai permukaan kerja *die* yang aktif, *die* tersebut mengembang dan kemudian berkontraksi selama pendinginan, karena panas dalam *casting* terkondensasi ke dalam baja di bawah permukaan *die*. Semakin besar perbedaan antara suhu cetakan dan aluminium panas yang ditembakkan ke cetakan, semakin besar ekspansi dan kontraksi permukaan cetakan, dan semakin cepat permukaan cetakan diperiksa panas. Karena tekanan yang dihasilkan pada permukaan *die* berbanding terbalik dengan suhu *die*, adalah praktik yang baik untuk menjalankan *die* sepanas yang praktis dan/atau ekonomis. Aluminium *die-casting die* harus dipanaskan lebih dulu sekitar 240 hingga 300°C. Pengalaman telah menunjukkan bahwa dengan meningkatkan suhu operasi *die* dari 205 ke 315 °C, produksi *die* dapat berlipat ganda. Itu untuk analisa bidang suhu

Retak pada/dalam *die casting* mati untuk paduan aluminium disebabkan oleh sejumlah faktor operasi yang berbeda dan secara bersamaan. Beberapa dari mereka yang mempengaruhi kegagalan *die* dapat dikendalikan sampai batas tertentu oleh para ahli *die casting*. Pada bagian eksperimental dari pekerjaan kami, kegagalan pada permukaan kerja dari separuh pengujian mati untuk *die-casting* paduan aluminium diamati dengan menggunakan metode pengujian non-destruktif: seperti analisis termografi, penetran, dan pemeriksaan metalografi dari replika polimer. Selain itu, desain *die*, pemilihan material dan proses kelelahan tekanan termal proses, yang merupakan konsekuensi dari kondisi kerja,

tidak homogen dan suhu awal *die* yang rendah, berkontribusi pada pembentukan retakan. Terlihat jelas dari termograf yang disajikan, bahwa suhu dan homogenitas yang dibutuhkan dari bidang temperatur dari kasus yang dibahas tidak mungkin tercapai tanpa perubahan keduanya: metode pemanasan dan desain cetakan.

Penelitian Rahayu, A. (2014), Porositas adalah pembentukan rongga di dalam coran baik melalui jebakan gas atau konfigurasi tekanan yang tidak benar dalam HPDC mesin. *Porosity* adalah salah satu yang paling sulit cacat untuk menghilangkan dalam *die casting*. Industri terkadang harus puas untuk memindahkan *porosity* ke lokasi berbeda dalam *casting* daripada menghapus sepenuhnya. Ini demi kepentingan terbaik industri dan konsumen *die casting* (misalnya, mobil produsen) bahwa porositas dihilangkan sepenuhnya dari coran, tetapi ini tidak selalu mungkin dilakukan dengan tingkat proses saat ini pemahaman. Selain itu, upaya untuk menghilangkan cacat porositas dapat mempengaruhi pengaturan proses lainnya dan menghasilkan cacat *casting* lainnya.

*Porosity* dapat dibagi menjadi tiga jenis utama, yang mana: *porosity* gas; *porosity* penyusutan, dan; mengalir porositas. Dalam HPDC, dua jenis porositas pertama sebagian besar ditemui. Porositas gas adalah porositas dalam *casting* karena adanya gas. Jenis ini dapat muncul dari:

1. Gas yang diproduksi selama proses;
2. Udara yang terperangkap, dan; komposisi melebur.

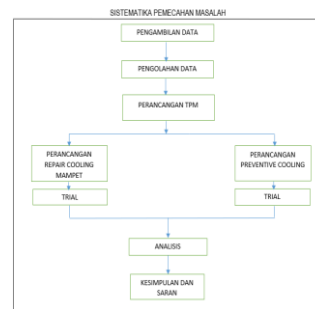
*Porosity* susut disebabkan oleh penyusutan dari logam, sehingga logam kehilangan volume dan karenanya diperlukan lebih banyak logam untuk mengisi celah (*void*) diproduksi. Dalam *die casting* bertekanan tinggi, diharapkan bahwa masalah ini dapat

diminimalisir dengan aplikasi tekanan untuk mengisi rongga saat logam dalam kondisi solidifikasi.

Pembentukan *porosity* dalam cetakan *die* kombinasi parameter proses, komposisi, dan sifat pemadatan tekanan tinggi. Proses pembentukan porositas terkait mekanisme secara rinci yang mencakup solidifikasi dan formasi terkait gas (terperangkap). Terkait lebur pembentukan *porosity* tidak dibahas secara rinci terutama karena jebakan hidrogen dalam HPDC adalah bukan masalah besar. Hidrogen dapat dipertimbangkan serius jika memo dihapus yang kita asumsikan bukan itu masalahnya. Alasan spesifik untuk pembentukan porositas adalah kondisi yang tidak diinginkan dari selongsong tembakan, rongga, lubang angin dan gerbang, pelari, tekanan pemadatan, pelumas kuantitas dan pembentukan uap dari air selama proses.

### III. Metodologi

Penelitian dilakukan di PT. Aisin Indonesia Automotive, pabrik ini bekerja di bidang *Automotive*, produk pabrik tersebut sebagian besar komponen untuk *engine* mobil dan *Spare Part* Mobil. Tentunya yang dijelaskan di sini adalah tentang perusahaan bagian *engine* mobil. Di bagian ini disebut dengan unit bagian/ produk unit, Dimana produk ini membuat part berupa *Oil pan*, *camshaft*, *torque converter*, sebagian besar produk dibuat dengan *die casting* menggunakan bahan alumunium. Penelitian bertujuan untuk mengurangi *porosity* pada *dies* karena *cooling* mampet, dan penyebab lainnya yang menyebabkan *cooling map*, menurunkan jumlah *reject* NG *porosity* pada produk.



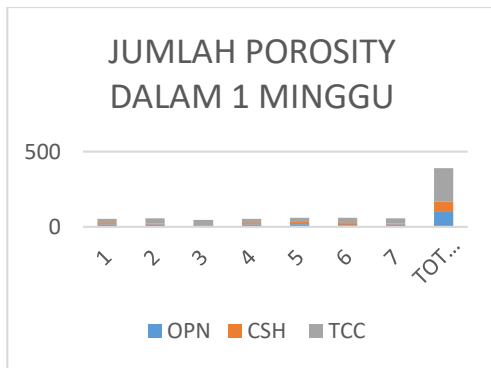
Gambar 2. Research Framework

Penelitian ini dimulai dengan pengambilan data NG produk pada produksi yang berjalan selama 1 minggu di produksi untuk mengetahui jumlah NG *porosity* dalam 1 minggu. Yaitu berisi data yang sudah diambil lalu dibuat data perbandingannya dengan data yang sudah diambil, data trial, dan data akhir setelah perancangan sistem *repair* dan *preventif*

*Repair* adalah perbaikan pada *part* mesin atau produk yang bisa direpair tanpa mengganti baru dan termasuk dalam perawatan mesin

1. *Preventive* adalah perawatan mesin yang dilakukan untuk menemukan *abnormality* pada mesin dan *dies* sebelum berjalannya mesin produksi agar mencegah terjadinya *abnormality* saat berjalan
2. *Trial* untuk menentukan hasil setelah *improvement* OK/NG pada hasil *improvement*/ perubahan pada sesuatu yang diubah seperti WIS, SOP, MESIN, dll

Pengambilan data dan pengolahan data dilakukan dengan melakukan tes menghitung jumlah NG *porosity* dalam waktu 1 minggu, dengan semua *Type dies* sebagai berikut



**Gambar 3.** Jumlah NG Porosity

Dengan jumlah di atas menentukan jumlah NG porosity pada dies Type OPN=102, CSH=67, TCC=222, jumlah porosity dalam 1 minggu=391 total untuk semua Type dies.

Perancangan TPM dilakukan dengan menghitung jumlah WIS preventive yang dilakukan sebelumnya dan cara repair sebelumnya mengenai pressure rendah dan merancang cara yang lebih efektif lagi agar bisa mengurangi jumlah porosity yang ada di dies, berikut:

1. Perancangan repair cooling mampet, cara yang sebelumnya ketika terjadi cooling tersumbat/pressure rendah adalah mengganti selang cooling, mengganti fitting cooling ketika urgent tapi cara ini belum tentu menyelesaikan masalah porosity, hal yang harus ditambahkan adalah menggunakan air pressure untuk mengecek tekanan yang masuk ke cooling dengan cara: menggunakan mesin flow check untuk mengetahui berapa tekanan cooling, sesuai standar atau tidak, biasa flow check digunakan saat preventive saja tapi tidak dilakukan saat repair urgent, karena saat repair urgent otomatis maintenance repair di mesin bukan di zona maintenance, dan alat flow check hanya ada di zona maintenance, dengan mengusulkan membuat alat flow minimalis yang bisa digunakan di mesin

saat urgent jadi saat repair kita juga bisa tahu tekanan cooling yang sudah di repair sesuai atau tidak.

2. Jika repair cooling tidak urgent yaitu saat di zona maintenance atau saat preventive kita menemukan cooling pressure rendah ketika di cek menggunakan flow check, maka cara yang digunakan sebelumnya mengganti selang baru, mengganti fitting baru ketika NG, dan mengganti O-ring inner pipe cooling, cara itu belum bisa juga menyelesaikan porosity maka yang ditambahkan ketika repair adalah membongkar area core pin yang cooling pressure nya rendah setelah itu bersihkan area belakang lubang core pin menggunakan drill diameter 2,5 mm untuk membersihkan area belakang lubang core pin dan membersihkan juga lubang core pin, karna kotoran bekas oli yang menempel pada core pin juga bisa menyebabkan pressure rendah/ cooling tersumbat.
3. Trial dilakukan saat ada abnormality porosity, dilakukan di setiap dies untuk mengetahui berapa efisien perancangan yang digunakan.
4. Trial yang dilakukan untuk saat urgent, waktu trial dihitung menggunakan stopwatch :

no	sebelum perancangan urgent	waktu
1	mengganti selang cooling	3 menit
2	mengganti fitting cooling	2 menit
no	sesudah perancangan urgent	waktu
1	mengganti selang cooling	3 menit
2	mengganti fitting cooling	2 menit
3	mengecek menggunakan flow minimalis	3 menit

**Gambar 4.** Pengukuran penggantian selang dan fitting cooling kondisi urgent

5. Trial yang dilakukan saat repair tidak urgent, waktu trial dihitung menggunakan stopwatch :



no	sebelum perancangan tidak urgent	waktu
1	mengganti selang cooling	3 menit
2	mengganti fitting cooling	2 menit
3	melakukan flow check	3 menit
4	mengganti O-ring innerpipe	1 menit
5	mengganti innerpipe	3 menit
no	sesudah perancangan tidak urgent	waktu
1	mengganti selang cooling	3 menit
2	mengganti fitting cooling	2 menit
3	melakukan flow check	3 menit
4	mengganti O-ring innerpipe	1 menit
5	mengganti innerpipe	3 menit
6	membersihkan area lubang core pin	2 menit
7	membersihkan area belakang core pin	1 menit

Gambar 5. Pengukuran penggantian selang dan fitting cooling kondisi tidak urgent

6. Perancangan *preventive*, terdiri dari 2 jenis yaitu *preventive 2000 shot* dan *preventive 6000 shot*, perbedaan bisa dilihat dari simbol untuk 2000 shot=▲ dan untuk 6000 shot=●, fungsi *preventive* sendiri yaitu perawatan pada alat yang digunakan dan menemukan *abnormality* sebelum alat yang akan digunakan untuk produksi. Bentuk *preventive* untuk *dies* sendiri adalah seperti berikut :

1	item check	time	jenis preventive
2	ambil dies dari panggung mesin die casting	5	● ▲
3	buka dies menggunakan reverse machine (posisi dies tidur)	5	● ▲
4	leak check cooling fix die ( line cooling, M cooling ,spruebush)	5	● ▲
5	cleaning fix die dengan stream washing machine→ semprot air gun	10	● ▲
6	moving fix die in maintenance zone	5	● ▲

7	leak check cooling move die ( line cooling, M cooling ,sprucore)	5	● ▲
8	cleaning move die dengan stream washing machine→ semprot air gun	10	● ▲
9	moving move die in maintenance zone	5	● ▲
10	check kebocoran all cooling (maincool, powercool, spruebush, sprucore)	10	●
11	flow chemical line cooling (move, fix die, spruebush, sprucore)+power cooling sirkulasi line cool & power cool dengan air bersih selama 30 menit dan lakukan flushing dengan udara (air pressure) hingga tidak ada sisa	20	
12	chemical /water didalam dies		●
13	check die crack/gompal, undercut, profil aus/njeleber pada cavity, runner, gate V-notch (termasuk area sprue core/bush)	60	● ▲
14	remove material nempel (vakitsuki) & permukaan parting line/PL area ( termasuk area sprue core/bush )	20	● ▲
15	check profil cavity area oilpump (check radius map), check area datum product aus / tidak bongkar cleaning slider C1 fix(bersihkan area belakang slider), cleaning sliding hole	30	●
16	cek gerak sliding core C1 (check gerakan selama 5x in out), check kondisi label sensor & metacon	10	● ▲
17	check cylinder hydraulic core & vacum dan hose/cupler hydraulic core & vacum	20	● ▲
18	check insert core & core pin	30	● ▲
19	check kondisi spring set plate/hardlock juga (setiap bongkar corepin)	25	●
20	check pinback→ lakukan pengukuran→ marking spidol merah bila sudah Ok	60	●
21	check lubang ejector pin	30	●
22	check baut pengikat cavity→ retightening→ marking	20	●
23	cleaning ejector komponen( ejector plate, ejector pin, return pin, guide pin, ejector rod jika ada part ng lakukan penggantian	20	● ▲
24	check baut pengikat komponen ejector→ retightening→ marking	5	● ▲
25	flow check main cooling fix & move ( power cool, line cool, sprue core, sprue bush) flow check one by one	90	●
26	check block piston vacum, hole piston, dan piston vacum	40	● ▲
27	check kondisi vacum piston/burble, dan vacum block, lakukan fitting check	35	● ▲
28	check gerakan vacum burble, kondisi kabel sensor dan metacon, kondisi cylinder vacum molten sensor	25	● ▲
29	check pengikat die base→ retitening→ marking	15	● ▲
30	check gerakan ejector pin & cek ketinggian ejector	45	● ▲
31	check kondisi semua hose/pipa cooling sesuai dengan alamat manifold	20	● ▲
32	final leak check cooling fix, move (line cool, power cool, spruebush, sprucore) sesuai manifold	10	● ▲
33	final check kondisi eyebolt M48, assembly fix & move die	5	● ▲
34	return die to DC machine /standby area→ tag die ok	5	● ▲

Gambar 6. Pengecekan penggantian selang dan fitting cooling

Dilihat dari tabel di atas bahwa jumlah urutan kerja *preventive* sendiri ada 35, tapi dari yang di atas belum tentu bisa menyelesaikan *porosity* alasannya adalah: di urutan no 11 bahwa proses *Chemical cooling* hanya dilakukan *preventive 6000 shot* sebenarnya adalah kesalahan besar karena *Chemical* juga

dilakukan *preventive 2000 shot*, fungsi *Chemical* sendiri untuk menghilangkan kotoran yang berada di area *cooling* dan selang *cooling*.

Oleh karena itu, dibutuhkan *chemical preventive 2000 shot* dan selanjutnya adalah usulan mengenai penggunaan mesin *Hot Water* untuk mengetahui suhu yang ada pada *dies* sesuai dengan aktualnya walaupun sekarang sudah ada mesin *Hot Water* di bagian *maintenance* untuk mengatasi masalah *porosity* pada *dies*. Cara kerja mesin *Hot Water* adalah memberikan suhu panas untuk *dies* lalu menggunakan *pressure* air untuk mendinginkan *dies*, lalu kita lihat hasilnya menggunakan kamera suhu untuk melihat bentuk suhu pada *dies* sesuai atau tidak jika tidak sesuai maka terlihat perbedaan warna suhu *dies*. Itu tandanya *cooling* tidak bekerja semestinya, bisa dikarenakan mampet atau *pressure* rendah jadi yang harus ditambahkan adalah penggunaan *chemical* pada *2000 shot* dan penggunaan *Hot Water* setelah proses *flow check*. Jadi total urutan *preventive* ada 36.

7. *Trial* yang dilakukan menggunakan *stopwatch* untuk mengukur waktu tambahan *preventive*. *Preventive* dilakukan pada semua *Type dies* agar bisa melihat hasil keseluruhan

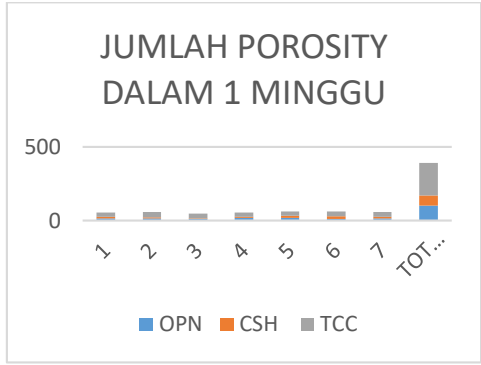
1	flow chemical line cooling(move,fix die.spruebush.spruecore)+power cooling	60	● ▲
2	chek hot water pada dies	50	● ▲

Gambar 7. Pengukuran waktu *hot water* pada *dies*

#### IV. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian di atas adalah untuk *repair cooling* mampet dilakukan secara bertahap pada waktu 3

minggu dan untuk *preventive* juga dalam waktu 3 minggu untuk melihat hasil perkembangannya, *porosity* juga bukanlah *abnormality* yang mudah dihilangkan, dari *porosity* pula *abnormality* merambat seperti *die crack*, dan *flashing* oleh karna itu butuh waktu untuk melihat hasilnya.



Gambar 8. Hasil perhitungan jumlah NG *porosity* dalam waktu 1 minggu sebelum perancangan TPM baru

Data untuk Minggu 1

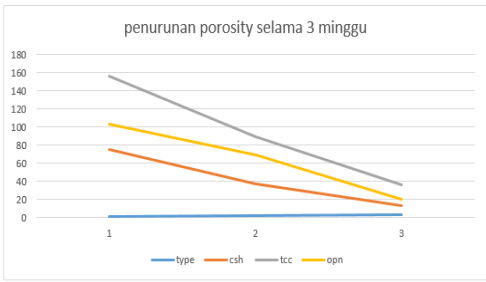
TYPE	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
OPN	19	17	15	14	13	13	12	103
CSH	14	13	11	11	9	9	8	75
TCC	27	27	23	22	20	19	18	156

Data untuk Minggu 2

TYPE	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
OPN	12	11	10	9	9	9	9	69
CSH	7	7	5	5	5	4	4	37
TCC	16	16	13	13	12	10	9	89

Data untuk Minggu 3

TYPE	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
OPN	6	6	4	4	0	0	0	20
CSH	4	3	3	2	1	0	0	13
TCC	9	9	7	5	3	3	0	36



Gambar 9. Hasil perhitungan jumlah NG *porosity* dalam waktu 3 minggu setelah perancangan TPM baru

Gambar di atas adalah penurunan *porosity* dalam 3 minggu, bisa dilihat perkembangannya dari tabel diatas, jadi

perancangan TPM baru ini sangat bagus, *maintenance* melakukan *repair* dan *preventive* dengan perancangan TPM baru, terus berulang melewati 3 shift dalam sehari untuk menurunkan jumlah *porosity* yang ada. Dengan menambahkan penggunaan *flow check* minimalis, *Chemical* dalam *preventive* 2000 shot, dan penggunaan *Hot Water* maka bisa dilihat hasil dari penurunan *porosity* di atas.

## V. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian diatas adalah butuh proses waktu lama untuk membuat perancangan TPM baru, mengambil sampel data, dan membuat hasil dari data yang sudah dirubah. Semua bisa dilakukan jika kita punya ide untuk melakukannya, karena dari *cooling pressure* rendah itu bisa menyebabkan kerusakan pada *dies*, dari *porosity* membuat *dies* keropos lalu menyebabkan *die crack*, dari *die crack* bisa menyebabkan material menempel lalu terjadilah *flashing*, semua hanya berawal dari *cooling pressure* rendah. butuh waktu pula untuk memberi tahu pada semua MP bahwa penambahan cara di atas bisa menurunkan *porosity*.

Metode *repair* yang baru memudahkan *maintenance* untuk melacak keberadaan *cooling* mampet menggunakan *flow check* minimalis ketika *dies* sedang *urgent*, proses *repair cooling* tidak *urgent* pula sangat efektif untuk menghilangkan *pressure* rendah, hasilnya *flow check* yang digunakan saat *preventive* sesuai standar semua. Dengan begitu bisa dipastikan suhu yang ada pada *dies* aman.

Penambahan *preventive* untuk *Chemical* 2000 shot sangat berguna karena

ketika proses *Chemical* selesai akan proses *flow check* disitu hasil *flow* sesuai standar karena kotoran yang berada dalam *cooling* telah dihilangkan oleh *Chemical*, lalu setelah proses *flow check* adalah melakukan *Hot Water* dengan mengecek suhu *dies*, jika *preventive* sebelumnya dilakukan dengan benar dan tidak ada *jumping* proses pada *preventive* terutama yang berhubungan dengan *cooling* maka hasil *Hot Water* akan sesuai standar.

## Daftar Pustaka

- [1] Kedaria, V., D., Deshpande, V., A. (2014). Implementation of Total Productive Maintenance Methodology: A Review. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. 3(4):644-648.
- [2] McKone, K., E., Weiss, E., N. (1999). TPM Planned and Autonomous Maintenance: Bridging the Gap between Practice and Research. *Production Operations Management*. 7(4): 335-351.
- [3] Rajput, H., S., Jayaswal, P. (2002). A Total Productive Maintenance (TPM) Approach to Improve Overall Equipment Efficiency. *International Journal of Modern Engineering Research*. 2(6): 4383-4386.
- [4] Octavia, T., Stock, R. E., & Amelia, Y. (2001). Implementasi Total Productive Maintenance Di Departement Non Jahit PT. Kerta Rajasa Raya. *Jurnal Teknik Industri*. 3(1): 18-25.
- [5] Rahayu, A. (2014). Evaluasi Efektivitas Mesin Klin dengan Penerapan Total Productive Pada pabrik II/III PT. Semen Padang. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 13(1): 454-485.