



Usulan Perbaikan Efektivitas Mesin GDX2-NV dan C-600 melalui *Fault Tree Analysis*

Enik Sulistyowati¹, Lukmandono², Pramudya Imawan S³, N.L.P Hariastuti⁴

^{1, 2, 3} Magister Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri ITATS, Jl Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117

⁴ Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri ITATS, Jl Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117

INFORMASI ARTIKEL

Halaman:

58 – 65

Tanggal penyerahan:

15 Oktober 2020

Tanggal diterima:

22 April 2021

Tanggal terbit:

29 April 2021

EMAIL

¹enik.sulistyowati@gmail.com

²lukmandono@itats.ac.id

ABSTRACT

PT. X is a company engaged in manufacturing and has a make to order production process, namely production based on orders using an inline system of two collaborating machines, namely the GDX2-NV and C-600 machines. The choice of the GDX2-NV and C-600 machines as research objects was because these machines were the first machines to be implemented by the RTT system and their performance and productivity were always monitored by management. Efforts to improve in practice are often considered wasteful because they do not touch the real root of the problem. The main cause is usually caused by the operator not having clear information about the root of the problem that occurred and the factors causing it, so that the team is less effective in solving a problem. Therefore, Fault Three Analysis (FTA) is a method that is able to clearly describe the problem in order to optimize the performance of machines and equipment, which in turn can increase company productivity. The proposed improvement in terms of material on the foil unit is by making room for conditioning material before use, while in the innerframe unit it is done by upgrading the equipment side so that the sensor is applied to newness and makes an automatic joint splicing so that it stops because the material can be reduced and productivity increases.

Keywords: Machine effectiveness, OEE, downtime, fault three analysis

ABSTRAK

PT. X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur dan mempunyai proses produksi yang bersifat *make to order* yaitu produksi berdasarkan pesanan dengan menggunakan system inline dua mesin yang berkolaborasi yaitu mesin GDX2-NV dan C-600. Pemilihan mesin GDX2-NV dan C-600 sebagai obyek penelitian disebabkan karena mesin tersebut merupakan mesin yang pertama kali diterapkan sistem RTT dan selalu dipantau performance dan produktivitasnya oleh manajemen. Usaha perbaikan dalam praktiknya seringkali dianggap pemborosan karena tidak menyentuh akar permasalahan yang sebenarnya. Penyebab utamanya biasanya disebabkan karena operator tidak mendapat informasi yang jelas tentang akar permasalahan yang terjadi dan faktor-faktor penyebabnya, sehingga tim kurang efektif dalam mengatasi suatu masalah. Oleh karena itu *Fault Three Analysis (FTA)* merupakan salah satu metode yang mampu menjabarkan permasalahan dengan jelas agar dapat dilakukan peningkatan kinerja mesin dan peralatan secara optimal, yang pada ujungnya dapat meningkatkan produktivitas perusahaan. Usulan perbaikan dari sisi material pada unit *foil* dengan cara membuat ruangan untuk *conditioning* material sebelum digunakan, sedangkan pada unit *innerframe* dilakukan dengan *improve* dari sisi peralatan agar sensor diterapkan keterbaruan dan membuat join *splicing* otomatis sehingga stop karena material bisa berkurang dan produktivitas semakin meningkat.

Kata kunci: Efektivitas Mesin, OEE, downtime, fault three analysis

PENDAHULUAN

Keefektifan mesin dan peralatan merupakan hal penting untuk dapat mengurangi masalah produksi yang sangat kompleks dan membantu menganalisa proses produksi secara sistematis dari semua potensi masalah yang mempengaruhi ketersediaan mesin [1]. Ketersediaan mesin dan peralatan sangat dibutuhkan pada proses produksi manufaktur, apalagi jika perusahaan tersebut merupakan perusahaan produksi massal yang memerlukan efisiensi tinggi [2]. Selain efektifitas keseluruhan mesin dan peralatan, perusahaan harus bisa meningkatkan produktivitas untuk mencapai keberhasilan dalam proses bisnis dan bertahan dalam persaingan. Proses mempertahankan persaingan dalam dunia industri sangat didukung oleh proses produksi yang berjalan dengan lancar [3].

Proses produksi akan berjalan lancar jika didukung dengan mesin dan peralatan yang selalu tersedia saat dibutuhkan, akan tetapi masalah yang sering dialami oleh berbagai perusahaan adalah seringnya terjadi kerusakan mesin dan peralatan yang tidak bisa ditentukan waktu kerusakannya sehingga mengganggu produktivitas mesin dan peralatan [4]. Mesin dan peralatan memerlukan perawatan agar tersedia pada saat dibutuhkan, oleh karena itu diperlukan utilisasi mesin dan peralatan seoptimal mungkin serta pengukuran untuk mengetahui efektifitas dan produktivitas mesin terutama mesin-mesin dengan *downtime* tinggi yang belum pernah melakukan penerapan perhitungan keefektifan keseluruhan mesin dan peralatan [5].

PT. X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur dan mempunyai proses produksi yang bersifat *make to order* yaitu produksi berdasarkan pesanan dengan menggunakan system inline dua mesin yang berkolaborasi yaitu mesin GDX2-NV dan C-600.

Mesin GDX2-NV terdiri dari beberapa unit proses antara lain: (1) unit feeder sebagai unit awal bahan baku untuk masuk ke mesin yang selanjutnya masuk ke unit foil, (2) unit foil merupakan unit untuk proses pembungkusan barang jadi dengan alufoil untuk menjaga kualitas produk sesuai dengan spesifikasi (3) unit inner merupakan proses pemberian kertas inner yang melekat pada pack yang berfungsi untuk menahan pack agar tidak merusak barang jadi yang ada di dalam pack dan (4) unit blank and glue yang merupakan unit pengepakan material yang sudah dibungkus foil menjadi produk yang sudah dikemas menjadi pack. Sedangkan mesin C-600 terdiri dari beberapa unit proses antara lain: (1) unit stamp merupakan unit untuk memberikan tempelan harga untuk membedakan tiap brand yang telah diproduksi, (2) unit wrapping pack merupakan unit pembungkusan dengan plastik wrapping per pack, (3) unit wrapping slof merupakan unit pembungkusan dengan plastik wrapping per 10 pack, dan (4) unit karton box merupakan unit pengepakan barang jadi dalam bentuk wrapping slof ke karton box melalui konveyor.

Mesin Packer GDX2-NV dan C-600 merupakan mesin yang digunakan dan dijalankan oleh perusahaan kurang lebih mulai tahun 1995 sehingga bisa dikatakan bahwa umur mesin tersebut adalah 24 tahun dan sudah melebihi sertifikat yang diberikan oleh supplier mesin yaitu 5 tahun. Usia mesin yang telah mencapai lebih dari 20 tahun dengan kondisi aktual masih bisa memenuhi kebutuhan proses produksi dan target uptime merupakan hal yang luar biasa. Perusahaan juga sudah mengimplementasikan *Total Productive Maintenance* (TPM) dan *continuous improvement* sehingga perbaikan terus menerus selalu dilakukan, bahkan membuat program OPEN+ (*Operation Performance and Engagement plus*) untuk mencapai tujuan usaha dari semua lini yang meliputi lini bawah sampai lini atas. Dengan program OPEN+, semua karyawan bisa memberikan kontribusinya untuk *continuous improvement* dimulai pada departemennya masing-masing.

Dengan komitmen *continuous improvement*, OPEN+ membuat sistem untuk memenuhi target yaitu RTT (*Run to Target*) pada beberapa mesin termasuk mesin packer GDX2-NV dan C-600 dengan implementasi RTT pada tahun 2018. RTT merupakan salah satu program OPEN+ yang mengubah cara bekerja dalam operasi untuk mencapai terobosan dalam kinerja sebagai usaha peningkatan performance mesin dengan menunjukkan visual breakdown secara *real time* kepada operator dan mekanik agar mampu memperbaiki breakdown dengan cepat dan akurat sehingga six big losses bisa diminimalisasi. Dengan implementasi RTT ini berimbas pula pada bagian DIM (*Direct Incoming Material*) dimana material sangat besar perannya dalam kelancaran proses produksi.

Secara garis besar, breakdown mesin terdiri atas beberapa penyebab antara lain; mesin, metode, material, dan lingkungan. Seringnya production technician memberikan *adjustment* material yang kurang bagus sehingga penting sekali untuk menganalisa OEE dari mesin packer GDX2-NV dan C-600 dan mengetahui apa saja faktor dominan yang mempengaruhi *performance* mesin yang ada.

Pemilihan mesin GDX2-NV dan C-600 sebagai obyek penelitian disebabkan karena mesin tersebut merupakan mesin yang pertama kali diterapkan sistem RTT dan selalu dipantau performance dan produktivitasnya oleh manajemen. Usaha perbaikan dalam praktiknya seringkali dianggap pemborosan karena tidak menyentuh akar permasalahan yang sebenarnya. Penyebab utamanya biasanya disebabkan karena operator tidak mendapat informasi yang jelas tentang akar permasalahan yang terjadi dan faktor-faktor penyebabnya, sehingga tim kurang efektif dalam mengatasi suatu masalah. Oleh karena itu *Root Cause Failure Analysis* (RCFA) merupakan salah satu metode yang mampu menjabarkan permasalahan dengan jelas agar dapat dilakukan peningkatan kinerja mesin dan peralatan secara optimal, yang pada ujungnya dapat meningkatkan produktivitas perusahaan [6][7].

METODE

Penelitian yang dibagi menjadi tiga tahapan yaitu :

1. Tahap awal penelitian dimulai dari penentuan topik penelitian yang kemudian dilanjutkan penentuan tujuan penelitian. Setelah memperoleh tujuan dari penelitian, dilanjutkan mempelajari dan mengumpulkan serta menentukan dasar-dasar teori yang mendukung penelitian.
2. Tahap kedua yaitu tahap pengumpulan data yang dimulai dari melakukan tinjauan umum pada PT. X dan dilanjutkan mengumpulkan data primer dan data sekunder. Data primer akan diperoleh dari wawancara dan informasi secara langsung antara peneliti dengan line lead, foreman, dan production technician, sedangkan data sekunder didapatkan peneliti dari data softfile SPA yang diberikan oleh line lead dan foreman.
3. Tahap ketiga adalah tahap pengolahan dan analisis data. Pengolahan data dilakukan dengan cara menghitung semua variabel-variabel yang menyusun OEE sehingga diketahui prosentase variabel-variabel penyusun OEE. Dari output OEE approach yang terdiri atas tiga variabel yaitu *Availability*, *Performance*, dan *Quality*, selanjutnya dilakukan perhitungan prosentase *Six Big Losses* untuk mengetahui breakdown yang paling signifikan yang diteruskan dengan melakukan penghitungan RSM approach dengan menggunakan software minitab 18 untuk mengetahui respon optimal sehingga bisa diketahui perbandingan hasil perhitungan pendekatan OEE dengan pendekatan RSM. Dari hasil prosentase *Six Big Losses* tersebut, peneliti akan melakukan kajian losses dengan menggunakan RCFA agar mampu memberikan usulan perbaikan selanjutnya yang akan diinformasikan kepada manajemen dengan metode Focus Group Discussion sebagai bahan untuk *continuous improvement*. Setelah semua tercapai, maka akan didapatkan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan yang disertai dengan beberapa saran dari peneliti sebagai bahan untuk melakukan improvement selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Six Big Losses

Penelitian ini dilakukan berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang telah melakukan perhitungan prosentase six big losses pada mesin GDX2-NV dan C-600 dengan prosentase tertinggi adalah *breakdown* sebesar 8.48 %, diikuti dengan *idling minor* sebesar 4.24%, dan *reduce speed* sebesar 3.66%. Selain itu pengurangan waktu breakdown juga merupakan bagian dari meminimalkan *waste* [8]. Data tersebut menunjukkan bahwa kegagalan tertinggi adalah *breakdown* dimana *breakdown* merupakan kegagalan karena mesin dan peralatan yang berhenti mendadak dan tidak ada hubungannya dengan masalah material. Kegagalan *idling minor* dan *reduce speed* yang menurut peneliti berhubungan dengan masalah material, sehingga penting sekali mengetahui rincian kegagalan tersebut dan melakukan improvement melalui RCFA agar kegagalan yang sama tidak terulang kembali serta produktivitas meningkat.

Dari informasi tersebut, dapat diketahui pentingnya mengetahui rincian *breakdown losses* yang terjadi pada mesin GDX2-NV dan C-600. Rincian stop yang terjadi pada mesin GDX2-NV dan C-600 diambil mulai awal implementasi RTT yaitu pada bulan Juli 2018 sampai Desember 2019 dengan durasi 6 bulan sekali. Dari data *downtime losses* karena material dapat diketahui beberapa downtime antara lain:

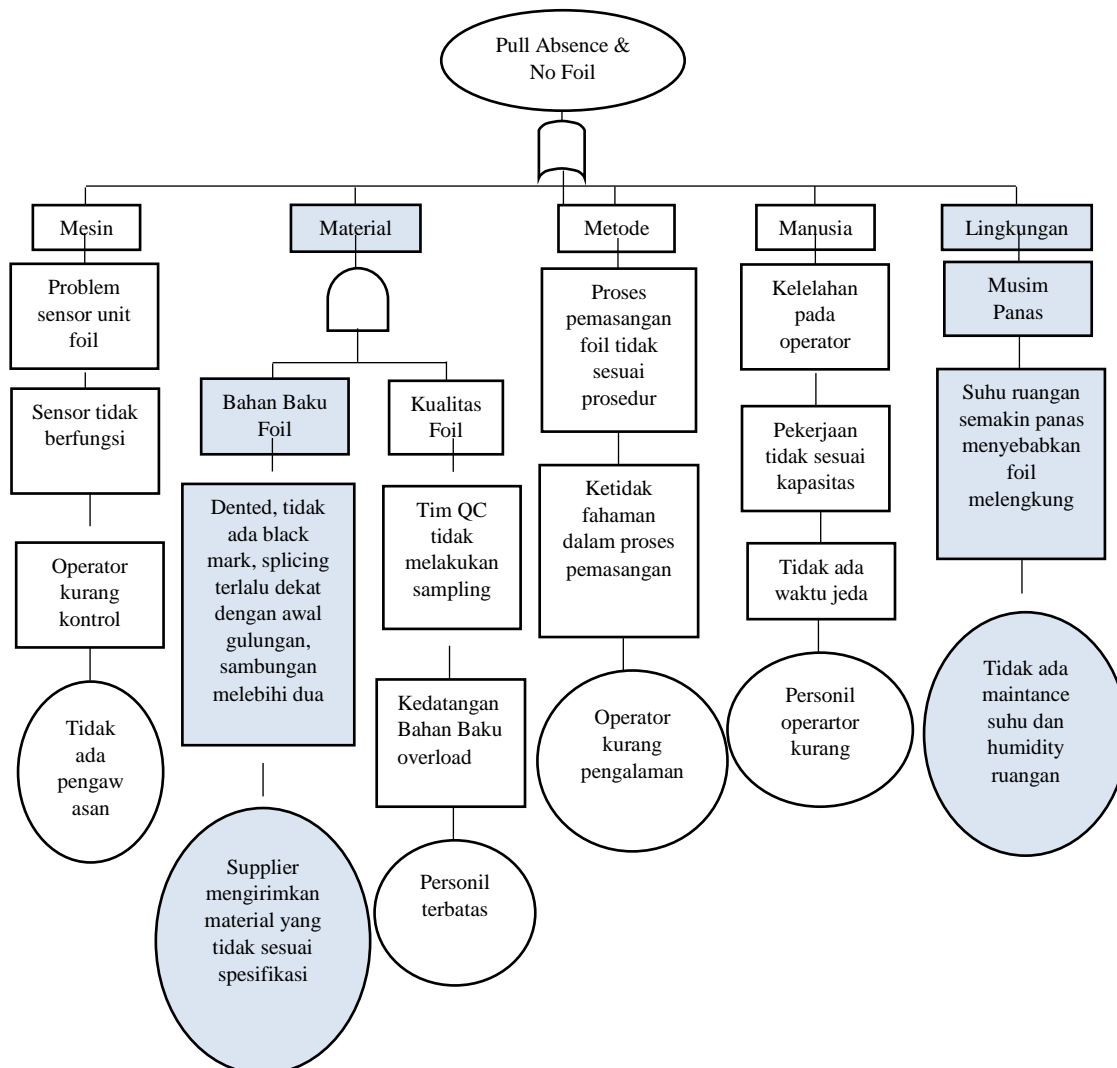
1. *Pull Absence*
Pull Absence merupakan stop mesin karena material pada unit foil dimana terdapat beberapa inner-liner tidak memenuhi spesifikasi sehingga menimbulkan stop pada mesin
2. *No Inner-frame Centering Mark*
No Inner-frame Centering Mark merupakan stop mesin karena material pada unit *inner-frame* dimana terdapat inner-frame tidak memenuhi spesifikasi sehingga menimbulkan stop pada mesin
3. *Jam Detected from Blank Suction*
Jam Detected from Blank Suction merupakan stop mesin karena material dimana terdapat blank (etiket) yang tidak memenuhi spesifikasi sehingga menimbulkan stop pada mesin
4. *CH Film Missing or Not Aligned*
CH Film Missing or Not Aligned merupakan stop mesin karena material dimana terdapat OPP film pack maupun OPP film slof yang tidak memenuhi spesifikasi sehingga menimbulkan stop pada mesin
5. *LH End Cell Out of Order or Blank Jam*
LH End Cell Out of Order or Blank Jam merupakan stop mesin karena material dimana terdapat blank (etiket) yang tidak memenuhi spesifikasi sehingga menimbulkan stop pada mesin
6. *No Foil*
No Foil merupakan stop mesin karena material dimana innerliner tidak memenuhi spesifikasi sehingga menimbulkan stop pada mesin
7. *Inner-frame Centering Error Over Max*
Inner-frame Centering Error Over Max merupakan stop mesin karena material dimana terdapat inner-frame yang tidak memenuhi spesifikasi sehingga menimbulkan stop pada mesin
8. *CV Overwrap Missing*
CV Overwrap Missing merupakan stop mesin karena material dimana terdapat OPP film pack maupun OPP film slof yang tidak memenuhi spesifikasi sehingga menimbulkan stop pada mesin
9. *No Film or Film Break On CH*
No Film or Film Break on CH merupakan stop mesin karena material dimana terdapat OPP film pack atau OPP film slof tidak sesuai dengan spesifikasi sehingga menimbulkan mesin stop

Dari Sembilan stop karena material tersebut bisa diketahui pada unit apa saja material tersebut terjadi stop sehingga bisa dianalisa *root cause* nya antara lain:

1. *Unit Inner-liner (foil)*
Problem material pada unit foil terdiri atas pull absence dan No Foil
2. *Unit Inner-frame*
Problem material pada unit Inner-frame terdiri atas No Inner-frame Centering Mark dan Inner-frame Centering Error Over Max
3. *Unit blank (etiket)*
Problem material pada unit blank atau etiket terdiri atas Jam Detected from Blank Suction dan LH End Cell Out of Order or Blank Jam
4. *Unit OPP (Wrapping)*
Problem material pada unit OPP terdiri dari CH Film Missing or Not Aligned, CV Overwrap Missing, dan No Film or Film Break On CH

Root Cause Failure Analysis

Dari data losses dapat diketahui beberapa stop karena material yang menjadi problem sehingga diperlukan analisa *root cause failure* dari material-material yang menjadi problem. Pada analisa ini, peneliti menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk menganalisa penyebab terjadinya material yang tidak sesuai spesifikasi yang berakibat pada mesin stop. FTA dilakukan untuk mengetahui adanya kejadian-kejadian kegagalan dalam proses yang menyebabkan munculnya permasalahan. Untuk masalah material pada unit *Inner-liner (foil)* yaitu *Pull Absence* dan *No Foil* dapat dilihat pada Gambar 1.



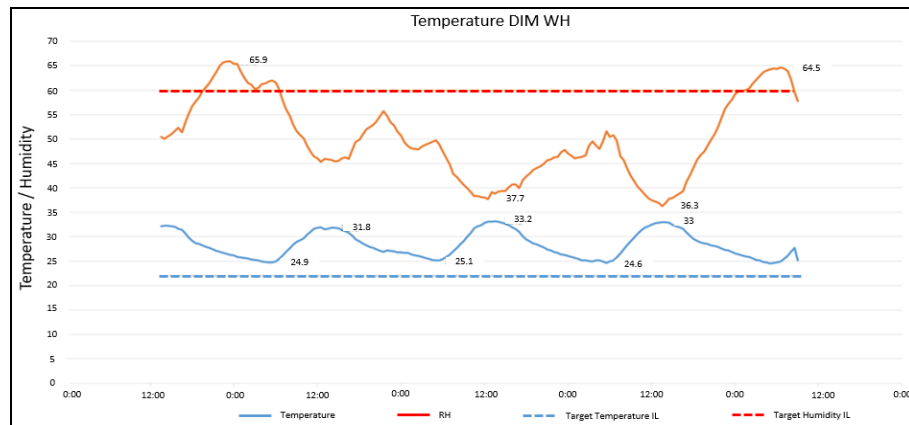
Gambar 1. *Fault Tree Analysis Pull Absence dan No Foil*

Gambar 1 menggambarkan analisa FTA peluang terjadinya pull absence dan no foil dimana ada 6 point permasalahanakan tetapi peluang besar terjadinya pull absence dan no foil ada pada dua faktor dengan penjelasan di bawah ini:

1. Supplier mengirimkan material yang tidak sesuai spesifikasi
Pengiriman bahan baku foil yang tepat dan sesuai spesifikasi sangat berpengaruh sekali terhadap kelancaran operasi pada suatu proses produksi. selama ini telah diterima berita acara penerimaan material yang tidak sesuai spesifikasi yang diinfo setiap harinya pada group kanban.
2. Tidak ada maintance suhu dan humidity ruangan
Maintenance suhu dan humidity sangat mempengaruhi kualitas dari bahan baku foil (inner-liner). Sesuai dengan proyek study kasus yang dilakukan oleh tim QA dan tim produksi tentang meningkatnya downtime pull absence yang sangat signifikan mulai juli –

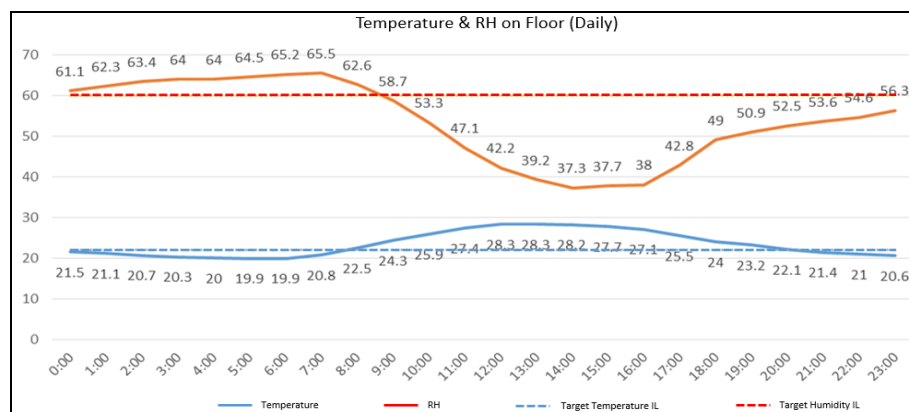
Desember 2018 yang mencapai angka stop sebanyak 3024 kali, maka tim RTT bersama dengan tim QA melakukan pengumpulan data antara lain durasi bobbin yang mengalami tubing (melengkung/Wavy) sampai bobbin tersebut sampai pada titik kondisi toleran.

Pengecekan kondisi foil (inner-liner) dilakukan dengan cara dipotong kira-kira 15 cm dan dimasukkan dalam alat ukur yang berupa jig pada waktu bobbin menempati suhu terendah dan tertinggi dari dua tempat yaitu pada area produksi dan area ruang conditioning. Sebelum melakukan pengecekan kondisi foil (inner-liner), dilakukan pengambilan data suhu dan RH pada gudang penyimpanan (warehouse) dimana data suhu dan RH nya adalah sebagai berikut:

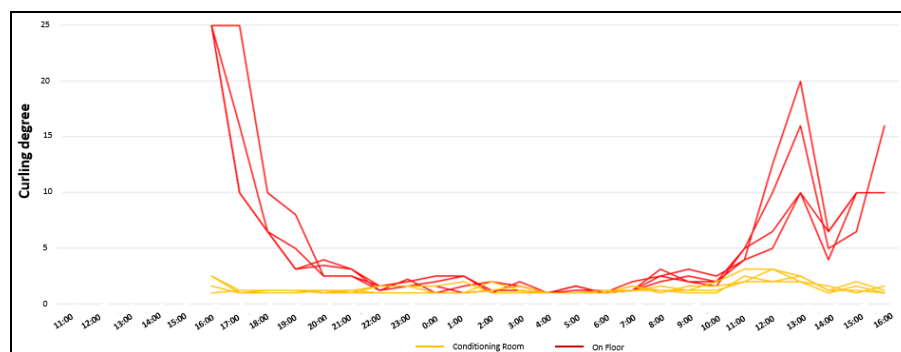


Gambar 2. Temperatur & RH Warehouse

Dari gambar 2 dan 3 dapat diketahui pola suhu dan humidity dimana pada jam 12 siang mengalami kenaikan suhu dan penurunan tingkat humidity dan pada jam 12 malam mengalami penurunan suhu dan kenaikan tingkat humidity.

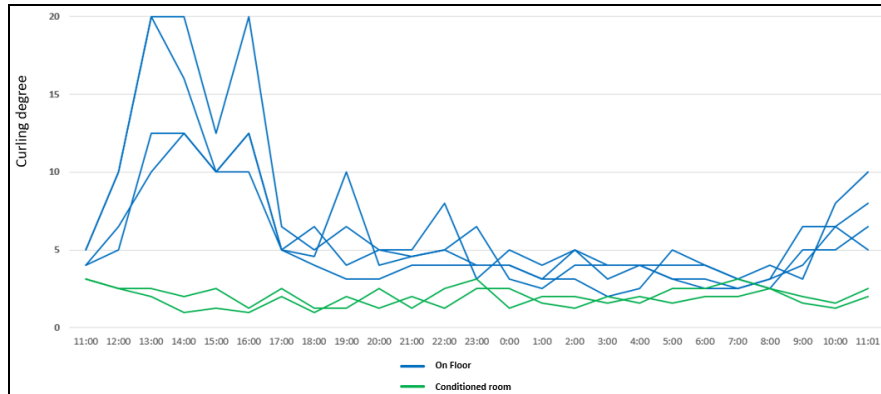


Gambar 3 Temperatur dan RH area Produksi Daily



Gambar 4. Kondisi Bobbin Melengkung

Dari gambar 4. dapat diketahui bobbin melengkung membutuhkan waktu 3 – 4 jam untuk mencapai kondisi flat dan bobbin yang dalam kondisi bagus akan mengalami melengkung selama suhu mengalami puncak tertinggi di area produksi, sedangkan bobbin melengkung yang ditaruh pada area conditioning room akan berubah flat dalam waktu cepat.



Gambar 5 Pola Bobbin flat pada area produksi dan area conditioning

Dari gambar 5, dapat dilihat pola bobbin yang flat pada dua area yaitu area produksi dan area conditioning dimana terdapat kemiripan pola dimana pada kondisi kritis yaitu antara jam 12.00 – 16.00 bobbin akan mengalami melengkung pada area produksi, sedangkan pada area conditioning, bobbin terlihat stabil tanpa adanya lengkungan pada visual bobbin.

Fokus Group Discussion (FGD)

Metode FGD digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan para *expert* pada lini produksi terutama mesin GDX2-NV dan C-600 beserta manajemen, sehingga peserta yang ikut serta dalam FGD rata-rata mempunyai kemampuan dan pengetahuan yang optimal di mesin GDX2-NV dan C-600. Anggota FGD akan membahas masalah – masalah yang dihadapi mesin GDX2-NV dan C-600 dan mendapatkan umpan balik terhadap masalah – masalah tersebut.

Data hasil penelitian dijabarkan dalam FGD sehingga akan mendapatkan beberapa masukan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Semua anggota FGD akan saling membandingkan semua persepsi maupun jawaban – jawaban dari semua anggota sehingga jika ada perbedaan, anggota akan melakukan klarifikasi sampai semua anggota sepakat dan memahami serta belajar memecahkan masalah berdasarkan masukan – masukan dari anggota lainnya. Data tersebut antara lain:

1. Hasil penelitian digunakan untuk *continuous improvement*
2. Penelitian tentang efektivitas mesin dan peralatan mempunyai manfaat baik untuk peneliti maupun manajemen.
3. Perbedaan persepsi akan dibahas selanjutnya pada DDS sehingga bisa menemukan solusi bersama demi kelancaran produksi.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan usulan perbaikan dari sisi material pada unit *foil* dengan cara membuat ruangan untuk *conditioning* material sebelum digunakan, sedangkan pada unit *innerframe* dilakukan dengan *improve* dari sisi peralatan agar sensor diterapkan keterbaruan dan membuat join *splicing* otomatis sehingga stop karena material bisa berkurang dan produktifitas semakin meningkat. Pada unit *blank* dilakukan diskusi dengan *internal supplier* agar mengganti *cutting blade* agar *burss* tidak terulang kembali serta memperhatikan *MC board* agar *wavy* maupun *curly* tidak terjadi lagi yang dapat mempengaruhi produktifitas mesin. Pada unit OPP dilakukan diskusi dengan supplier untuk memperhatikan nilai elektrotatis material OPP sehingga tidak menambah stop mesin karena debu yang menumpuk dan harus melakukan *cleaning*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Singh, D. B. Shah, A. M. Gohil, and M. H. Shah, "Overall equipment effectiveness (OEE) calculation - Automation through hardware & software development," *Procedia Eng.*, vol. 51, pp. 579–584, 2013.
- [2] A. F. da Silva, F. A. S. Marins, P. M. Tamura, and E. X. Dias, "Bi-Objective Multiple Criteria Data Envelopment Analysis combined with the Overall Equipment Effectiveness: An application in an automotive company," *J. Clean. Prod.*, vol. 157, pp. 278–288, 2017.
- [3] Z. Heng, L. Aiping, X. Liyun, and G. Moroni, "Automatic estimate of OEE considering uncertainty," *Procedia CIRP*, vol. 81, pp. 630–635, 2019.
- [4] E. Sulistyowati, N. Luh, and P. Hariastuti, "PENDEKATAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS DAN RESPONSE SURFACE METHODOLOGY DENGAN PERTIMBANGAN ROOT CAUSE FAILURE ANALYSIS," pp. 70–112, 2019.
- [5] A. Ramaditya, F. T. Dwiarmaji, and E. Budiasih, "Analisis Perancangan Kebijakan Maintenance Pada Mesin 1110 Jc Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Life Cycle Cost (Lcc) Pada Pt . Xyz Analysis of Maintenance Policy Designing At 1110 Jc Machine By Using Method Overall E," vol. 5, no. 2, pp. 2518–2526, 2018.
- [6] P. Jonsson and M. Lesshammar, "of manufacturing performance measurement systems – the role of OEE," *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 19, no. 1, pp. 55–78, 2005.
- [7] Lukmandono, N. L. P. Hariastuti, Suparto, and D. I. Saputra, "Implementation of Waste Reduction at Operational Division with Lean Manufacturing Concept," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 462, no. 1, 2019.