

Sistem Penghitung Nilai Efektivitas Mesin *Forming* Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness*

Vernando* dan Indra H. Mulyadi

Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

*Email: sembiringvernando@gmail.com

Abstrak—*Overall Equipment Effectiveness (OEE)* adalah metode yang digunakan untuk menghitung nilai efektivitas dari sebuah mesin atau peralatan. Jika nilai OEE $\geq 85\%$, maka mesin dapat dikatakan efektif. Jika nilai OEE $< 85\%$, maka mesin tidak efektif dan akan dilakukan analisis untuk mencari akar permasalahan, di antaranya menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Penelitian ini bertujuan membuat sistem penghitung nilai efektivitas mesin *forming* menggunakan metode OEE. *Limit switch* dan *Arduino UNO* digunakan untuk mengambil data *output* dari mesin, seperti jumlah produksi, total durasi kerja mesin, dan total durasi mesin berhenti. Data diolah menggunakan *Microsoft Visual Studio (C#)* dan disimpan dalam *database* sehingga dapat ditampilkan dalam bentuk laporan bulanan menggunakan *Crystal Report*. Pengujian lapangan sistem ini dilaksanakan untuk menghitung OEE pada mesin *die form*. Berdasarkan hasil dari pengujian tersebut, sistem penghitung ini berfungsi dengan baik dalam menghitung OEE mesin *die form* tersebut, yang dalam hal ini berada dalam kisaran 59,05% s.d 97,17% (efektivitas di bawah nilai *World class standard*).

Kata kunci: *Overall Equipment Effectiveness, Total Productive Maintenance, Failure Mode and Effect Analysis, Arduino, C#.*

I. PENDAHULUAN

PADA perusahaan manufaktur, mesin berperan penting untuk menghasilkan produk. Sebuah mesin diharapkan mampu bekerja secara produktif agar menghasilkan produk yang diinginkan sesuai dengan harapan perusahaan. Perusahaan mengharapkan agar semua mesin yang ada bekerja secara efisien. Sebuah mesin dapat dikatakan bekerja secara efisien jika mesin tersebut mampu melakukan proses produksi selama waktu yang telah ditentukan tanpa ada kendala atau kerusakan, bekerja sesuai dengan kecepatan yang seharusnya, dan mesin menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi atau tidak cacat.

Overall Effectiveness Equipment (OEE) merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengukur efektivitas kerja sebuah mesin yang berada dalam perusahaan manufaktur.

Dalam melakukan perhitungannya, OEE memiliki tiga rasio utama, yaitu *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*. Jika nilai dari ketiga rasio tersebut diketahui, maka akan didapatkan nilai OEE. Jika nilai OEE lebih dari atau sama dengan 85%, maka mesin di perusahaan bekerja secara efektif karena telah mencapai nilai OEE sesuai *World class standard*. Jika nilai OEE kurang dari 85%, maka mesin dikatakan tidak bekerja dengan efektif. Jika hal ini terjadi, maka akan dianalisis penyebab rendahnya nilai OEE dan kerugian yang diakibatkan (yang dikenal dengan istilah *six big losses* [1]).

Penelitian ini menggunakan mesin *forming* yang berada di *Continues Flow (CF) line*. *CF line* merupakan konsep dari perusahaan untuk membuat sebuah sistem produksi dari proses awal hingga proses akhir secara terus-menerus. Konsep ini dibuat dengan harapan tidak terjadi penumpukan barang pada proses-proses tertentu. Jika terjadi penumpukan, maka proses awal dihentikan untuk sementara.

Penelitian ini diterapkan pada mesin *forming*. Proses *forming* ini terbagi menjadi lima proses dan menggunakan mesin yang berbeda yang digunakan untuk membentuk material (*roll*). Penelitian ini menggunakan mesin *die form* karena mesin tersebut memiliki waktu produksi yang lebih lama (sekitar 30 detik) dibandingkan mesin lainnya di perusahaan lokasi pengujian sistem. Dengan mengetahui nilai OEE dari mesin, tersebut maka dapat diketahui seberapa besar kerugian yang diakibatkan rendahnya nilai OEE.

II. STUDI LITERATUR

A. *Total Productive Maintenance*

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan suatu metode yang biasa digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi mesin produksi yang ada di perusahaan. TPM sangat perlu diterapkan untuk perawatan mesin agar mesin terhindar dari perawatan yang tidak tepat sasaran yang akan menyebabkan kerugian pada perusahaan (*six big losses*), yang meliputi *breakdown losses, set-up and adjustment losses, reduced speed losses, idling and minor stoppages, rework losses*, dan *yield scrap losses*.

1) *Breakdown losses*

Breakdown losses adalah kondisi peralatan atau mesin yang tidak dapat dioperasikan karena kerusakan dan memerlukan tindakan perbaikan mesin. *Breakdown losses* dihitung saat mesin rusak hingga saat mesin selesai diperbaiki.

2) *Set-up and adjustment losses*

Set-up and adjustment losses adalah kerugian yang diakibatkan oleh berubahnya kondisi pengoperasian mesin seperti pertukaran *shift*, perubahan *part number* yang akan diproduksi, dan pergantian *tooling* karena berbeda *part number* oleh pengerjaan sebelumnya.

3) *Reduced speed losses*

Reduced speed losses merupakan perbedaan antara kecepatan aktual pada saat mesin dioperasikan dengan kecepatan mesin yang sesuai dengan spesifikasi.

4) *Idling and minor stoppages*

Idling and minor stoppages adalah kerugian yang diakibatkan oleh berhentinya mesin karena adanya permasalahan sementara, misalnya mesin macet.

5) *Rework losses*

Rework losses merupakan kerugian yang terjadi karena mesin menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi. Jika produk yang dihasilkan cacat, maka perlu di-*rework*. Jika tidak memungkinkan, maka produk tersebut akan di-*scrap*. Adanya waktu yang diperlukan untuk *rework* atau *scrap* hasil produksi yang cacat merupakan kerugian terhadap perusahaan.

6) *Yield losses*

Yield losses terbagi atas dua kerugian. Kerugian pertama disebabkan oleh material yang terbuang karena produk yang dihasilkan cacat pada saat pergantian *tooling* atau pergantian produksi *part number*. Kerugian kedua diakibatkan oleh kesalahan metode dalam proses pembuatan dan kesalahan dalam mendesain produk yang akan diproduksi [2].

TPM memiliki delapan pilar yang mendukung agar berjalan dengan baik yaitu :

1) 5S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*)

5S merupakan dasar dari setiap pekerjaan yang ada di perusahaan. 5S akan memastikan lingkungan aman dan nyaman. Salah satu contoh penerapan 5S adalah menyortir barang yang akan digunakan dan yang telah selesai digunakan agar area kerja lebih luas.

2) *Kaizen*

Kaizen merupakan istilah yang biasa digunakan di perusahaan yang bertujuan untuk membuat suatu perbaikan atau peningkatan yang terfokus pada suatu masalah.

3) *Quality maintenance*

Quality Maintenance akan memastikan mesin menghasilkan *output* yang sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Jika pilar ini terlaksana dengan baik maka nilai *quality rate* akan tinggi, tingkat produksi yang gagal akan terkendali, dan biaya produksi menjadi rendah.

4) *Planned maintenance*

Planned Maintenance merupakan perbaikan yang sudah dijadwalkan untuk melakukan perbaikan di suatu mesin. Pilar ini bertujuan untuk mengurangi kerusakan pada mesin secara mendadak dan juga dapat memperkirakan ketahanan komponen atau *part* yang ada di sebuah mesin.

5) *Environment, health and safety*

Environment, health and safety merupakan pilar TPM yang bertujuan memberikan lingkungan kerja yang aman dan sehat kepada setiap pekerja atau pengguna mesin dan juga mencapai target perusahaan berupa *zero accident*.

6) *Training and education*

Tujuan dari pilar TPM ini adalah memastikan bahwa setiap pekerja atau pengguna mesin mengetahui prosedur penggunaan dan perawatan mesin skala kecil. Jika operator tidak didukung dengan pilar ini maka operator akan kekurangan pengetahuan tentang mesin yang di gunakan yang akan menyebabkan rendah nya produktivitas kerja. Hal ini akan menimbulkan kerugian terhadap perusahaan.

7) *Early equipment management*

Pilar TPM ini merupakan pembelajaran dari kerusakan mesin dan perbaikan dari mesin yang sebelumnya pernah dilakukan sebagai evaluasi untuk mesin yang baru agar dapat mencapai kinerja yang lebih optimal.

8) *TPM in administration*

Tujuan dari pilar ini adalah untuk menyamakan pemikiran di setiap elemen yang ada di perusahaan terhadap penting nya dijalankan TPM ini untuk meningkatkan nilai produksi [3].

OEE merupakan metode pengukuran yang dapat dijadikan acuan apakah program TPM di perusahaan sudah baik atau belum. Metode ini dianggap paling sesuai terhadap *lean manufacturing* dan TPM.

B. *Overall Effectiveness Equipment*

OEE merupakan merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengukur efektivitas penggunaan suatu alat atau mesin [4], [5]. OEE merupakan bagian yang biasa digunakan sebagai sebuah program acuan terhadap TPM yang akan secara langsung mengidentifikasi suatu permasalahan yang ada hingga ke akar permasalahan yang timbul. Dengan demikian, tindakan perbaikan akan dapat dilaksanakan dengan cepat dan terfokus pada inti masalah. Perusahaan di dunia telah banyak menerapkan metode ini untuk mengetahui tingkat efektivitas yang ada di perusahaan tersebut. OEE yang sesuai *World class standard* adalah minimal 85% dengan rincian yang dijelaskan dalam Tabel I.

TABEL I
WORLD CLASS STANDARD UNTUK OEE

<i>OEE Factor</i>	<i>World class standard</i>
<i>Availability Rate</i>	≥90,0%
<i>Performance Rate</i>	≥95,0%
<i>Quality Rate</i>	≥99,9%
OEE	≥85,0%

Availability rate merupakan perhitungan dari waktu mesin beroperasi (*operation time*) dengan waktu yang dibutuhkan untuk mempersiapkan segala sesuatu sebelum mesin beroperasi (*loading time*). Rumus untuk menghitung *availability rate* adalah (1):

$$\begin{aligned}
 \text{Availability rate} &= \frac{\text{Operation time} \times 100\%}{\text{Loading time}} \\
 &= \frac{[(\text{Loading time} - \text{Down time}) \times 100\%]}{\text{Loading time}} \quad (1)
 \end{aligned}$$

Nilai dari *loading time* didapatkan melalui pengurangan dari waktu yang tersedia per hari atau per bulan dengan *downtime* mesin/peralatan yang terencana (*planned downtime*) sebagaimana dijelaskan dalam (2):

$$\text{Loading Time} = (\text{Availability Time} - \text{Planned Downtime}) \quad (2)$$

Planned downtime merupakan total *downtime* yang telah direncanakan dalam rencana produksi, misalnya saat dilakukan perawatan berkala terhadap suatu mesin. *Performance rate* merupakan tolak ukur untuk mengetahui efisiensi suatu mesin dalam menjalankan fungsinya dalam menghasilkan produk. Rumus untuk mencari nilai *Performance rate* adalah (3):

$$\text{Perf. rate} = \frac{\text{Processed amount} \times \text{ideal cycle time} \times 100\%}{\text{Operation time}} \quad (3)$$

Quality rate merupakan perhitungan jumlah produk yang baik terhadap jumlah produk yang di proses, maka untuk *quality rate* dapat dihitung dengan rumus (4):

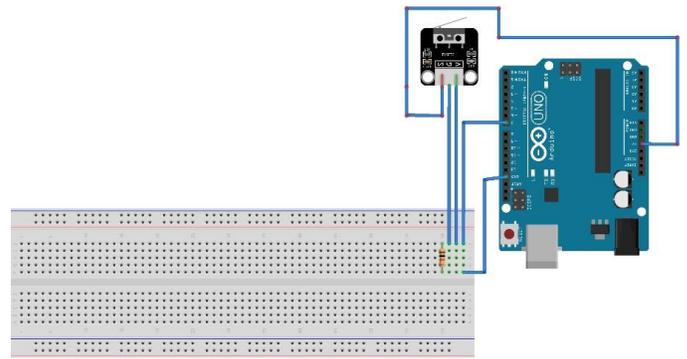
$$\text{Qual. rate} = \frac{[(\text{Processed amount} - \text{defect amount}) \times 100\%]}{\text{Processed amount}} \quad (4)$$

III. METODE

A. Perancangan Perangkat Keras

Gambar 1 menjelaskan *wiring diagram* dari perangkat keras alat yang dibuat. Gambar 2 adalah foto bagian dalam alat. Alat ini diletakkan pada *safety stopper* di bagian belakang mesin *forming*.

Komponen yang digunakan pada penelitian ini adalah Arduino Uno, *limit switch*, dan resistor. *Limit switch* digunakan sebagai input bagi Arduino untuk menghitung *output* yang dihasilkan oleh mesin sekaligus menghitung lama durasi kerja mesin. *User Interface* (UI) dibuat dengan menggunakan Microsoft Visual Studio (C#) yang terintegrasi dengan Arduino dan *database* (sebagai tempat penyimpanan nilai-nilai yang diambil dari mesin). Diagram alir data dari alat ini dapat dilihat pada Gambar 3.

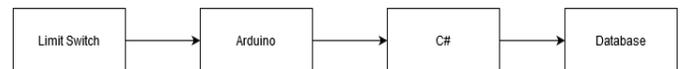


fritzing

Gambar 1. *Wiring diagram* dari perangkat keras



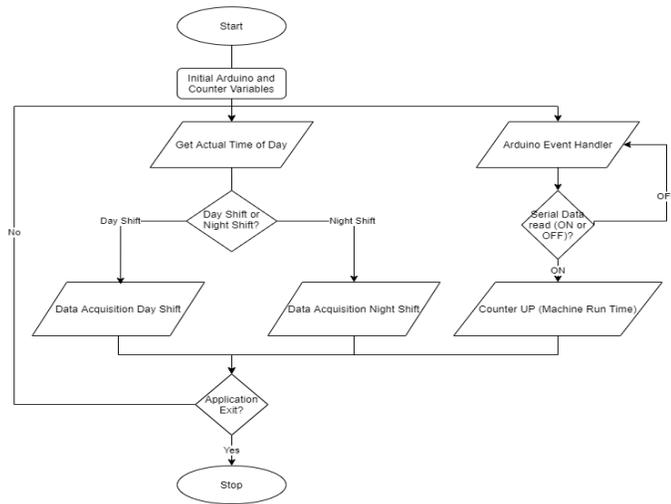
Gambar 2. Foto bagian dalam alat



Gambar 3. Diagram alir data

B. Perancangan Perangkat Lunak

Flowchart dari perangkat lunak sistem dapat dilihat pada Gambar 4. Ketika *user* menjalankan program, pertama-tama program akan menginisialisasi Arduino dan *counter variable*. Setelah itu, program akan mengaktifkan dua proses yaitu akuisisi data dari Arduino dan proses penulisan data ke *report* berdasarkan waktu aktual. Dalam proses penulisan data, waktu terbagi menjadi dua shift yaitu *shift 1 (day shift)* dan *shift 2 (night shift)*. Jika alat bekerja pada saat *day shift*, maka data akan dimasukkan ke proses penulisan *day shift report*. Sebaliknya, jika alat bekerja pada saat *night shift*, maka data akan dimasukkan ke proses penulisan *night shift report*. Dalam akuisisi data, Arduino akan merespon notifikasi *ON* dari mesin. Ketika *ON*, maka variabel *counter* bertambah 1 untuk setiap data *ON* yang masuk. Kedua proses ini akan terus berjalan hingga aplikasi dihentikan.

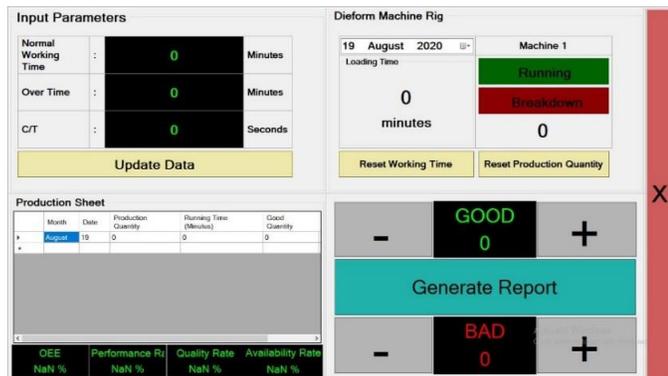


Gambar 4. Flowchart desain perangkat lunak

C. Rancangan User Interface

Serelah merancang perangkat lunak maka selanjutnya membuat rancangan *user interface* (UI). UI pada penelitian ini dibuat menggunakan Microsoft Visual Studio (C#). Gambar 5 menampilkan UI yang telah dibuat.

Beberapa parameter yang pertama kali perlu diperhatikan sebelum memulai pengoperasian mesin adalah: input parameter *normal working time* sesuai jam kerja, *over time* jika ada penambahan jam di luar jam kerja normal, dan *cycle time (C/T)* yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu produk. Jika parameter-parameter tersebut sudah diinput maka akan ditampilkan pada *production sheet*. Fitur lain yang terdapat pada aplikasi ini adalah tanggal, bulan, dan tahun pengoperasian mesin. *Loading time* merupakan perhitungan waktu mesin beroperasi dalam satuan menit. Terdapat juga indikator untuk memudahkan identifikasi kondisi mesin. Jika mesin dalam kondisi *running*, maka indikator akan menyala berwarna hijau. Sedangkan jika mesin berhenti, maka indikator *breakdown* akan menyala berwarna merah.



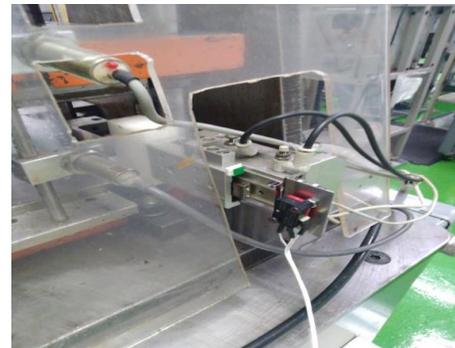
Gambar 5. User interface

Pada akhir produksi (pada saat inspeksi produksi), *user* dapat menambahkan jumlah produk yang sesuai spesifikasi pada menu *GOOD* dan jumlah yang *reject* pada menu *BAD*. Jika *user* telah selesai melakukan input kualitas produk, maka nilai dari *OEE*, *performance*, *quality* dan *availability* yang

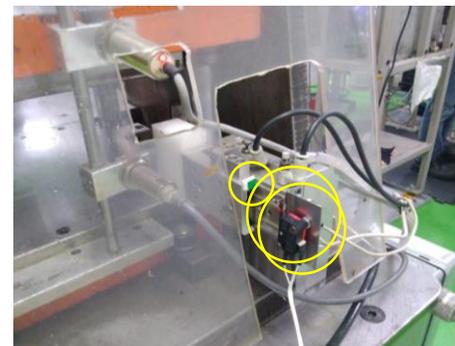
terdapat dalam aplikasi akan naik. Jika telah selesai, *user* dapat menekan tombol *generate report* untuk membuat *report* secara otomatis terkait kinerja mesin pada hari tersebut.

D. Pengujian

Pengujian dilakukan oleh operator mesin yang mengoperasikan mesin *die form*. Pada pengujian ini, *limit switch* di letakkan pada *safety stopper* yang terdapat di mesin. Proses diawali dengan memasukkan material ke *tooling*. Kemudian dilanjutkan dengan memasukkan material yang berada di dalam *tooling* ke mesin. Selanjutnya, operator menekan *two hands control* untuk mengoperasikan mesin. Dengan begitu, *safety stopper* mundur dan menekan *limit switch*. Penekanan oleh *safety stopper* terhadap *limit switch* akan memberikan nilai input satu pada *textbox Production Quantity*. Nilai *textbox* tersebut akan bertambah berdasarkan penambahan *output* mesin.



Gambar 6. Penempatan limit switch



Gambar 7. Kondisi limit switch saat off



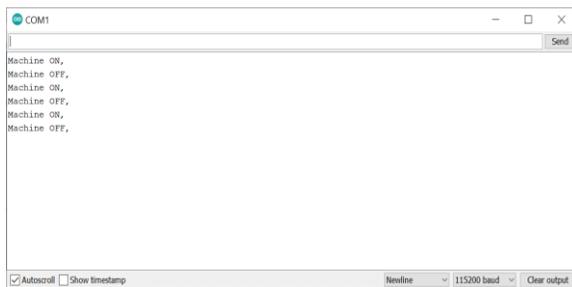
Gambar 8. Kondisi limit switch saat on

Setelah pengoperasian mesin berakhir, *button Generate Report* ditekan untuk menyimpan dan menampilkan laporan harian di *database* secara otomatis oleh sistem yang telah dibuat. Posisi *limit switch* dapat dilihat pada Gambar 6. Kondisi *limit switch* pada saat *off* dan *on* dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Limit Switch

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan pembacaan *limit switch*. Hasil pembacaan *limit switch* ditampilkan melalui *serial monitor* pada Arduino seperti terlihat pada Gambar 9. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, *limit switch* dapat terbaca dengan baik.

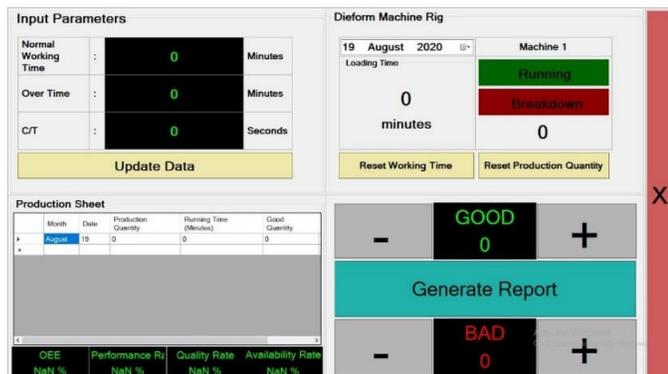


Gambar 9. Tampilan *serial monitor* untuk membaca data dari *limit switch*

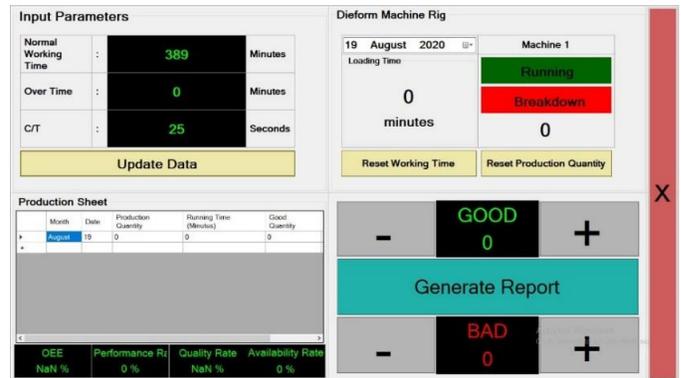
B. Hasil Pengujian User Interface

Sebelum memulai proses kerja mesin, terlebih dahulu aplikasi dijalankan. Maka muncul tampilan yang telah didesain untuk memasukkan parameter-parameter yang dibutuhkan. Gambar 10 merupakan tampilan aplikasi sebelum mesin mulai dioperasikan oleh operator produksi. Setelah muncul tampilan tersebut, maka secara manual akan diinput jam kerja normal dan *over time*.

Gambar 11 merupakan tampilan aplikasi setelah parameter jam kerja normal, *over time*, dan *cycle time* dimasukkan secara manual. Pada contoh pengujian ini, nilai yang dimasukkan adalah: jam kerja normal sebesar 389 menit, *overtime* tidak ada, dan *cycle time* per produksi adalah 25 detik. Kondisi di mana semua parameter telah di-*update* pada saat kondisi mesin yang belum berjalan disebut kondisi *breakdown*.

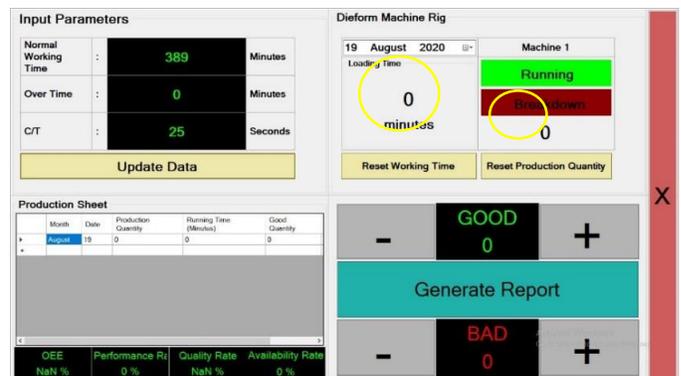


Gambar 10. Tampilan aplikasi sebelum mesin *running*



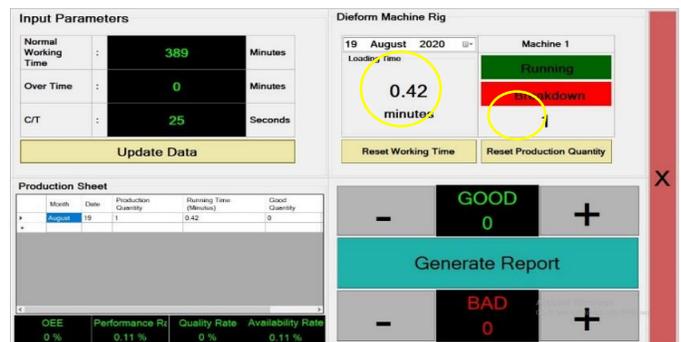
Gambar 11. Tampilan aplikasi setelah memasukkan parameter

Gambar 12 menunjukkan tampilan aplikasi saat mesin sudah mulai menghasilkan produksi (sedang *running*). Indikator *running* akan aktif agar mudah mengetahui apakah mesin sedang berjalan atau sedang *breakdown*. Ketika *safety stopper* menekan *limit switch*, indikator *Running* akan berubah menjadi warna hijau terang. Kemudian, ketika *safety stopper* bergerak menjauhi *limit switch*, *output* hasil produksi akan ditampilkan pada *textbox Production Quantity* bersamaan dengan durasi waktu mesin melakukan proses produksi.



Gambar 12. Tampilan aplikasi saat mesin *running*

Gambar 13 menunjukkan tampilan aplikasi setelah mesin telah selesai menghasilkan 1 produk dan akan terus bertambah seiring berjalannya proses produksi. Begitu juga dengan *loading time* akan menghitung berapa lama waktu yang digunakan untuk memproduksi 1 produk.



Gambar 13. Tampilan aplikasi setelah selesai menghasilkan produk

C. Hasil Perhitungan OEE

Setelah mesin selesai melakukan proses produksi selama satu hari, maka pada akhir jam kerja data-data yang diperoleh disimpan ke dalam *database* yang telah terintegrasi dengan sistem. Nilai tertinggi dan terendah untuk setiap parameter perhitungan OEE dapat dilihat pada Tabel II.

TABEL II
PARAMETER OEE TERTINGGI DAN TERENDAH

Kategori	Date	Good (pcs)	Bad (pcs)	Normal working time	OT (m)	Breakdown(m)	Production (pcs)	C/T (s)	Availability (%)	Performance (%)	Quality (%)	OEE (%)
Availability terendah	14-Aug	547	3	389	0	120	550	25	69,15	85,87	99,45	59,05
Availability tertinggi	18-Aug	797	3	389	0	10	800	25	97,43	88,65	99,63	86,06
Performance terendah	29-Jul	747	3	389	0	10	750	25	97,43	83,11	99,07	80,22
Performance tertinggi	05-Aug	893	7	389	0	10	900	25	97,43	99,74	99,22	96,41
Quality terendah	16-Aug	590	10	389	0	90	600	25	76,86	84,28	98,33	63,70
Quality tertinggi	03-Aug	850	0	389	0	10	850	25	97,43	94,20	100	91,77

Berdasarkan data yang ada di Crystal Report pada Tabel II, maka dapat dilihat nilai efektivitas mesin *die form* yang dihitung menggunakan metode OEE. Perhitungan OEE selama pengambilan data yang berlangsung 30 hari menghasilkan nilai rata-rata *availability rate* 91,30%. Nilai *availability* berkisar antara 69,15% sampai 97,43%. Rendahnya nilai *availability* disebabkan oleh terjadinya kerusakan *part* pada mesin yang mengakibatkan mesin tidak dapat menghasilkan produk. Mesin mengalami *downtime* selama 120 menit.

Nilai rata-rata *performance rate* yang diambil selama 30 hari adalah 93,38%. Nilai ini berkisar antara 82,45 % sampai 98,94 %

Nilai rata-rata *quality rate* yang diambil selama 30 hari adalah 99,55%. Nilai ini berkisar antara 98,33% sampai 100%.

Setelah diketahui nilai dari *availability*, *performance*, dan *quality rate*, maka dapat dicari nilai OEE pada mesin *die form*, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{OEE terendah} &= \text{Availability rate} \times \text{Performance rate} \times \text{Quality Rate} \\ &= 69,15\% \times 85,87\% \times 99,45\% \\ &= 59,05\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OEE tertinggi} &= \text{Availability rate} \times \text{Performance rate} \times \text{Quality Rate} \\ &= 97,43\% \times 99,74\% \times 100\% \\ &= 97,17\% \end{aligned}$$

V. KESIMPULAN

Sistem perhitungan OEE yang terdiri atas perangkat keras dan perangkat lunak telah berhasil dibuat dan diuji pada mesin *die form*. Saat pengujian dilakukan, sistem perhitungan ini berhasil mendapatkan nilai *availability*, *performance*, dan

quality. Berdasarkan nilai-nilai yang didapatkan ini, nilai OEE yang mencerminkan efektivitas mesin *die form* adalah 59,05% s.d 97,17%, masih ada yang di bawah nilai *World class standard* (85%). Dengan demikian, sistem perhitungan ini sangat bermanfaat untuk digunakan pada mesin *forming*. Untuk ke depannya, penambahan sistem *reminder* perlu dibuat untuk *maintenance team* agar tindakan perbaikan dapat dilakukan secepat mungkin sehingga nilai OEE yang didapat akan lebih tinggi.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Suliantoro, N. Susanto, H. Prastawa, I. Sihombing, and A. Mustikasari, "Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) dan Fault Tree Analysis (FTA) untuk Mengukur Efektifitas Mesin Reng," *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 12, no. 2, p. 105, Jul. 2017.
- [2] N. C. Dewi and J. Sudharto, "Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses Mesin Cavitec PT. Essentra Surabaya (Studi Kasus PT. Essentra)," Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, 2015.
- [3] C. S. Sethia, P. N. Shende, S. S. Dange, M. Tech, and A. Professor, "Total Productive Maintenance-A Systematic Review," 2014.
- [4] "Analisis Efektifitas Mesin Overhead Crane dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) di PT. BTU, Divisi Boarding Bridge," *Ind. Syst. Eng. Assess. J.*, 2014.
- [5] W. A. A. Santoso, "Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness Sebagai Dasar Usulan Perbaikan Kinerja pada Proses Mesin Annealing Pickling Line di PT. Jindal Stainless Limited," Mar. 2017.