

**PERANCANGAN DASHBOARD MONITORING  
EFEKTIFITAS MESIN BERBASIS WEB DENGAN METODE  
OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) STUDI  
KASUS DI PT ASTRA HONDA MOTOR**

**Hernalom Sitorus<sup>1</sup>, Wisnu Nurdiansyah<sup>2</sup>**

Dosen<sup>1</sup>, Mahasiswa<sup>2</sup>

Fakultas Teknik Universitas Satya Negara Indonesia

Jl. Arteri Pondok Indah No. 11 Kebayoran Lama, Jakarta Selatan

Email: [hernalom@gmail.com](mailto:hernalom@gmail.com)

---

**ABSTRAK**

PT. Astra Honda Motor adalah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang memproduksi Sepeda Motor Merk Honda. Perusahaan manufaktur menginginkan peralatan produksinya dapat beroperasi dengan efektif tanpa ada downtime, pada kinerja 100% tanpa ada Speed losses, dengan output tanpa adanya Reject. Usaha agar mesin produksi perusahaan manufaktur dapat beroperasi dengan kinerja yang baik atau efektif, tentunya perlu dilakukan perbaikan yang berkesinambungan. Pada praktiknya, seringkali usaha yang dilakukan tersebut hanya pemborosan, karna tidak menyentuh akar permasalahan yang sesungguhnya. Hal ini disebabkan karna tidak mendapatkan dengan jelas akar permasalahan yang terjadi dan faktor – faktor penyebabnya. Solusi yang dibuat untuk mengungkapkan permasalahan dengan jelas, adalah Sebuah Dashboard yang dapat menampilkan indikator kinerja mesin yang jelas, dengan memanfaatkan metode OEE. OEE merupakan sebuah best practice untuk memantau dan meningkatkan efektivitas proses manufaktur. Hasil Validasi menunjukkan bahwa Dashboard yang telah dibuat dapat memberikan informasi tentang kondisi dan kinerja mesin saat ini sesuai dengan metrik OEE beserta Availability, Performance, dan Quality. Informasi tersebut digunakan sebagai output untuk dibandingkan dengan World Class OEE guna menyimpulkan efektivitas kinerja sebuah mesin. Selain itu, Dashboard dapat menyajikan laporan produksi.

**Kata Kunci** : Dashboard, Manufaktur, Efektif

**ABSTRACT**

*PT. Astra Honda Motor is a manufacturing company that produces Honda Brand Motorcycles. Manufacturing companies want their production equipment to operate effectively without downtime, at 100% performance without any speed losses, with output without Reject. Efforts to make the production machinery of a manufacturing company can operate with good or effective performance, of course continuous improvement needs to be done. In practice, often the effort carried out is only a waste, because it does not touch the real root of the problem. This is due to not getting clearly the root of the problem that occurred and the factors that caused it. The solutions made, to show the problem clearly is a Dashboard that can display clear engine performance indicators, using the OEE method. OEE is a best practice to monitor and improve the effectiveness of the manufacturing process. Validation results show that the Dashboard that has been created can provide*

*information about the condition and performance of the current engine in accordance with OEE metrics along with Availability, Performance, and Quality. This information is used as output to be compared with World Class OEE to infer the effectiveness of a machine's performance. In addition, the Dashboard can present production reports.*

**Keywords:** *Dashboard, Manufacturing, Effective*

---

## **PENDAHULUAN**

Salah satu industri manufaktur yang ada di Indonesia yaitu PT Astra Honda Motor. PT Astra Honda Motor sebagai satu – satunya perusahaan manufacture dan distributor resmi sepeda motor merk Honda, sampai saat ini merupakan perusahaan sepeda motor pertama dan terbesar di Indonesia. Dengan jumlah karyawan 23.953 orang (AHM : 2017). Beberapa produknya antara lain Honda Verza, Mega Pro, CBR dan CB150R.

Salah satu mesin yang digunakan di PT astra honda motor adalah mesin Painting Steel Ultra Violet (PSUV). Mesin tersebut digunakan untuk pengecatan tangki motor tipe Sport, mesin ini menggunakan listrik sebagai sumber dayanya, mesin ini juga menggunakan PLC (Programmable Logic Controller) Sebagai control sistem dan programnya.

Usaha agar peralatan produksi perusahaan manufaktur dapat beroperasi dengan efektif tentunya perlu dilakukan perbaikan yang berkesinambungan. Pada praktiknya, seringkali usaha yang dilakukan tersebut hanya pemborosan, (triwardani : 2013) karena tidak menyentuh akar permasalahan yang sesungguhnya. Hal ini disebabkan karna tim tidak mendapatkan dengan jelas akar permasalahan yang terjadi dan faktor – faktor penyebabnya.

Untuk itu diperlukan suatu metode yang mampu mengungkapkan permasalahan dengan jelas agar dapat dilakukan perbaikan terhadap kinerja mesin dan peralatan secara efektif. Efektivitas mesin tersebut dapat diketahui nilainya dengan melakukan pengukuran OEE (Overall Equipment Effectiveness).

Tim diseksi painting steel 2B dapat melakukan pengukuran nilai OEE mesin tersebut, secara manual Pengukuran manual memiliki kelemahan, yaitu memungkinkan terjadinya human error yang membuat hasil OEE yang di dapat tidak akurat, pengukuran manual juga menyebabkan hasil OEE tidak dapat cepat diperoleh karna membutuhkan waktu pengukuran cukup lama (efendi:2016).

Masalah ini dapat diatasi dengan pengembangan sistem informasi peralatan yang terkomputerisasi dengan baik sebagaimana penelitian Effendi dkk. (2012); Dewi, dkk. (2013) dan Maknunah, dkk. (2014). Penelitian Maknunah dkk. (2014) menghasilkan aplikasi OEE yang belum terkoneksi dalam bentuk sistem berbasis web sehingga informasi tidak bisa diakses secara realtime. Hal ini perlu direduksi mengingat kebutuhan perusahaan akan akses informasi efektivitas dan efisiensi yang dinamis dan bisa diakses setiap saat oleh tim di painting steel 2B.

Berdasarkan permasalahan pengukuran efektifitas mesin pengecatan tangki motor yang terjadi di Seksi Painting steel 2B, serta perkembangan teknologi komputer yang dapat membantu dalam memecahkan permasalahan tersebut. Maka diperlukan kajian lebih lanjut tentang Perancangan Dashboard Monitoring Efektifitas Mesin pengecatan tangki motor

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, maka dapat diidentifikasi bahwa masalahnya adalah bagaimana merancang dan membangun dashboard monitoring efektivitas mesin pengecatan tangki motor sport dengan metode overall equipment

effectiveness ( OEE ) pada PT Astra Honda Motor yang dapat memberikan pengukuran kinerja terhadap efektivitas mesin pengecatan tangki motor tipe sport.

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan dashboard monitoring OEE (overall equipment efectiviness) pada mesin pengecatan tangki motor tipe sport (PSUV) di PT Astra Honda Motor. Manfaatnya diharapkan dapat mempercepat analisa penyebab masalah untuk perbaikan masalah yang lebih cepat dan tepat, guna meningkatkan efektifitas produksi. Produksi yang efektif akan meningkatkan produktifitas.

## **METODE PENELITIAN**

Pada tanggal 01 Oktober sampai dengan 30 Desember 2018. Pada penelitian ini objek penelitian yang dijadikan sampel adalah pada seksi painting steel 2B di mesin pengecatan tangki motor sport, hal itu disebabkan karena mesin pengecatan Penelitian ini dilaksanakan di PT Astra Honda Motor Plant PGS yang berlokasi di Jl pegangsaan 2 no 2 Jakarta timur tangki motor sport di seksi tersebut merupakan bottle neck section tersebut.

Software yang digunakan untuk membangun dashboard adalah windows 7 sebagai sistem operasinya, PHP sebagai bahasa pemrogramannya dan MYSQL sebagai databasenya. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari lokasi penelitian dengan melakukan wawancara dengan bagian terkait di seksi painting steel 2B. Data sekunder merupakan data yang di peroleh dari studi pustaka dan laporan – laporan produksi yang ada di seksi painting steel 2B. Metode pendekatan dalam perancangan dashboard monitoring OEE yang digunakan adalah metode RAD (Rapid Aplication Development). Tahapan perancangan dengan menggunakan metode RAD yaitu:

### **Fase Perencanaan syarat-syarat**

Melakukan analisa terhadap sistem yang sedang berjalan, pada tahap itu penulis menemukan bahwa masih terdapat kelemahan dalam sistem pengolahan data, yang masih manual dan tidak terintegrasi dengan database. Sehingga penulis berharap dengan dashboard yang akan dibuat ini, mampu mengatasi masalah di section painting steel 2B PT Astra Honda Motor

### **Fase Desain**

Pada tahap ini adalah melakukan proses desain Dashboard OEE dan melakukan perbaikan-perbaikan apabila masih terdapat ketidaksesuaian desain antara user dan analyst. Pada tahap ini user terlibat aktif, dan user langsung memberikan komentar apabila terdapat ketidaksesuaian pada desain. Desain yang dibuat dalam bentuk usecase, activity diagram sequence diagram dan class diagram. Kemudian juga pada tahap ini dilakukan perancangan antar muka dashbaord.

### **Fase Kontruksi**

Setelah desain dashboard disetujui baik itu oleh user dan analyst, pada tahap ini programmer mengembangkan desain menjadi suatu program. Pada tahap ini pun user terlibat aktif, tujuannya supaya sistem yang dikembangkan dapat sesuai dengan permintaan user

### **Fase Pelaksanaan**

Pada tahap ini dilakukan pengujian aplikasi. Pengujian Dashboard OEE dilakukan dengan dua macam pengujian yaitu uji verifikasi dan uji validasi. Pengujian

verifikasi dilakukan dengan cara Blackbox Testing, dengan menjalankan sistem dashboard monitoring OEE kemudian melihat output-nya apakah telah sesuai dengan hasil yang diharapkan. Hasil pengujian Dashboard Monitoring OEE menyatakan bahwa dashboard yang dibuat telah sesuai dengan output yang diharapkan. Pada Uji validasi dashboard dinilai siap digunakan jika hasil OEE dari aplikasi sama dengan pengukuran OEE secara manual.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil identifikasi dengan metode observasi Seperti yang telah disebutkan sebelumnya masalah yang dialami PT. Astra Honda Motor seksi painting steel 2B adalah perusahaan tidak mengetahui apakah kinerja mesin PSUV sudah berjalan optimal atau belum. Hal ini terjadi karena tidak ada prosedur khusus untuk mengukur kinerja mesin tersebut. Dampak yang ditimbulkan dengan tidak adanya pengukuran kinerja pada mesin PSUV bisa dilihat pada tabel 1.

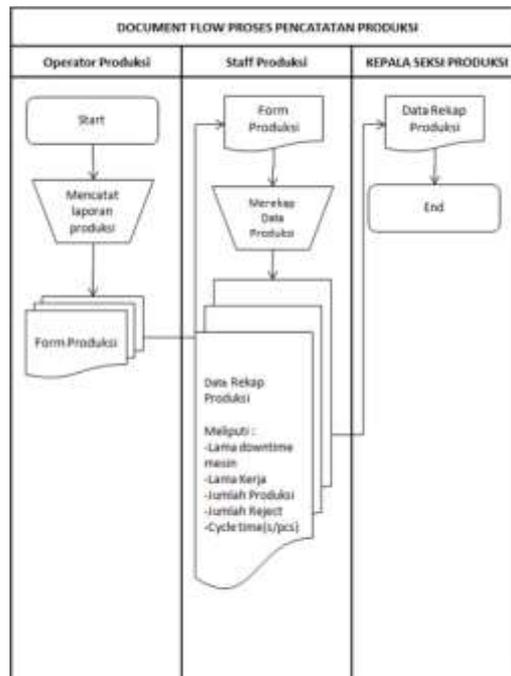
No	Masalah	Dampak
1	Kinerja Mesin PSUV Selama ini tidak diukur	Keterlambatan pemeliharaan (maintenance) untuk peralatan mesin PSUV  Usaha perbaikan/ pemeliharaan (maintenance) mesin PSUV menjadi tidak tepat sasaran

**Tabel.1** Masalah dan Dampak Yang ditimbulkan

Masalah tersebut terjadi karna Sistem yang sedang berjalan di PT astra honda motor saat ini , dimulai dengan operator produksi mencatat hasil produksi yang telah dikerjakan oleh mesin selama suatu shift tertentu, selanjutnya form tersebut diserahkan kepada staff produksi, untuk direkap dan di arsip. Bagian staff produksi tersebut mempunyai tugas :

1. Memperbanyak form pencatatan hasil produksi sesuai dengan station produksi yang ada di PT Astra Honda Motor.
2. Setelah memperbanyak form produksi, operator produksi mengisi masing – masing form produksi tersebut dengan priode produksi serta identitas operator yang mengisi form.
3. Setelah diisi, kemudian form produksi tersebut akan diserahkan kepada staff bagian produksi untuk direkap. Rekap tersebut berbentuk spreadsheet dan berisi data produksi yaitu lama downtime produksi, lama down time mesin, lama kerja, jumlah produksi, jumlah produk reject, cycle time (s/pcs). Kemudian rekap tersebut diserahkan kepada kepala seksi produksi atau manager untuk kebutuhan laporan produksi

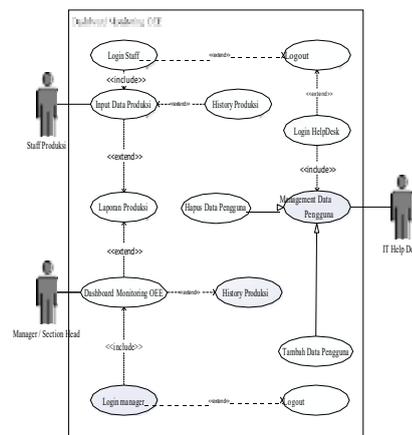
Alur pencatatan proses produksi di seksi painting steel 2B yang masih dilakukan saat ini dapat dilihat pada gambar 1



**Gambar 1** Flow Proses Pencatatan Produksi harian (Sumber : Data Primer)

Berdasarkan hasil observasi terdapat beberapa pengguna yang terlibat dalam operasional mesin, yaitu operator mesin, staff bagian produksi dan kepala seksi. Tetapi yang akan melihat dashboard monitoring efektivitas mesin produksi ini adalah staff bagian produksi dan manajer.

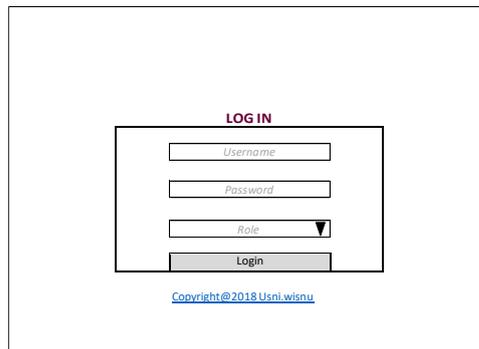
Setelah dilakukan proses identifikasi permasalahan dan pengguna, maka dapat dilakukan identifikasi data. Pada aplikasi yang akan dibangun ini, data yang diperlukan sebagian besar adalah data untuk proses pencatatan produksi. Data terbagi menjadi dua jenis, yakni data input dan data output. Data input adalah data pengguna, data shift, dan data produksi. Sedangkan data output adalah Laporan produksi dan Laporan Kinerja Mesin (OEE). Selanjutnya dilakukan perancangan dashboard monitoring OEE. Perancangan Dashboard Monitoring OEE Gambar 2 ini adalah usecase diagram rancangan yang menggambarkan sistem.



**Gambar 2** Use Case diagram yang diusulkan

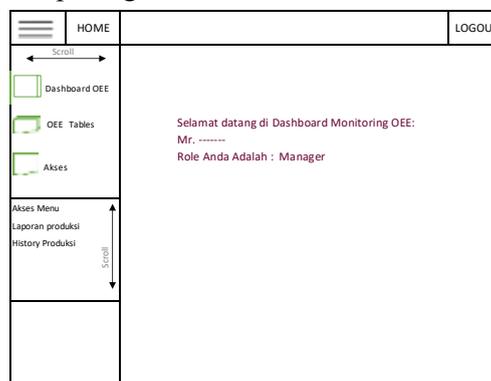
Dashboard dirancang untuk 3 Aktor yang terlibat di sistem yaitu staff produksi, manager dan IT Helpdesk. staff produksi adalah aktor Actor yang melakukan input, delete, dan edit pada data produksi. IT Helpdesk adalah Actor yang dapat mendaftarkan data pengguna pada sistem. Manager adalah aktor yang memantau data pada dashboard. Pada tahap perancangan ini, Selain membuat usecase diagram, juga dibuatkan activity diagram, sequence diagram dan class diagram.

Selanjutnya adalah membuat perancangan antarmuka pengguna. Perancangan ini digunakan untuk membantu interaksi pengguna dengan aplikasi yang dibuat Terdapat beberapa antarmuka pengguna yang dapat dilihat dibawah ini.



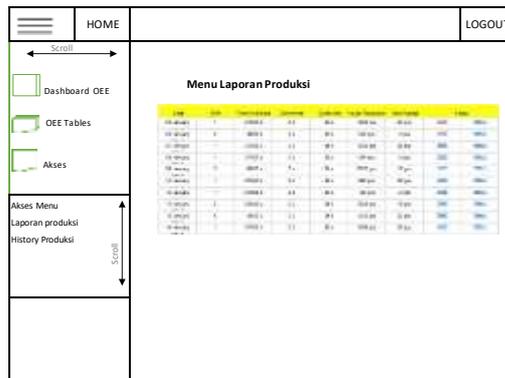
**Gambar 2** Perancangan Menu Login

Gambar 2 adalah perancangan menu login, semua role menggunakan menu seperti pada gambar 2 untuk dapat login ke dashboard.



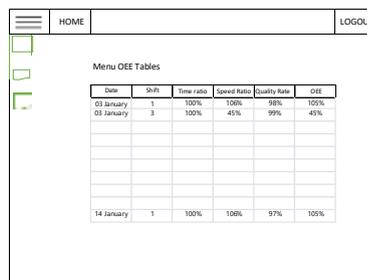
**Gambar 3** Perancangan Menu Utama Manager

Gambar 3 adalah perancangan menu utama aplikasi untuk manajer yang dibuat. Tampilan Menu Utama user dengan role manager, diantaranya Laporan Produksi, History Produksi, dan Dashboard Monitoring OEE

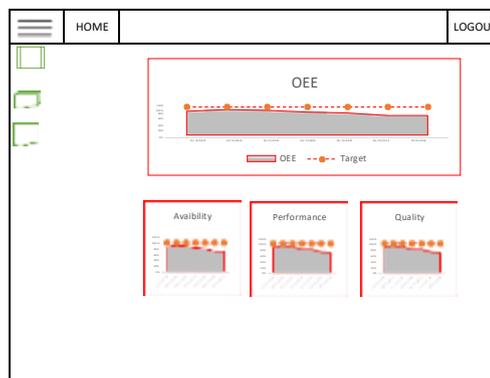


**Gambar 4** Perancangan Menu Laporan Produksi (Manager)

Gambar 4 adalah perancangan menu laporan produksi, laporan produksi disajikan dalam bentuk tabel, berisi tentang rincian data produksi yang sebelumnya telah di input oleh staff produksi



**Gambar 5** Perancangan Dashboard OEE (Tabel)



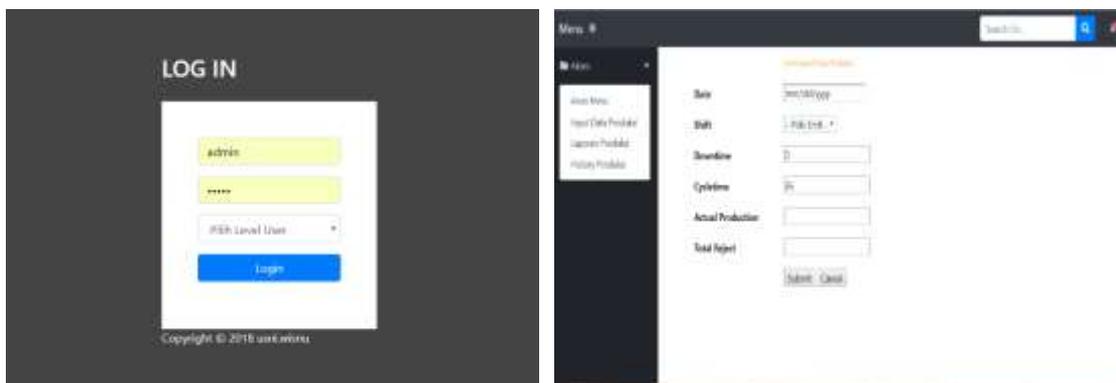
**Gambar 6** Perancangan Dashboard OEE (Grafik)

Gambar 5 adalah perancangan menu Dashboard OEE dalam bentuk tabel, manager dapat melihat lebih rinci tentang gambaran kinerja mesin PSUV pada menu tersebut. Gambar 6 adalah perancangan menu Dashboard OEE dalam bentuk grafik, menu ini disajikan untuk mempermudah manager dalam melihat kinerja mesin PSUV, manager hanya perlu melihat apakah garis di grafik melewati batas target atau masih dalam kategori

ideal, jika garis dalam grafik melewati target maka disimpulkan bahwa kinerja mesin tidak efektif sehingga manager perlu mengambil tindakan lebih lanjut.

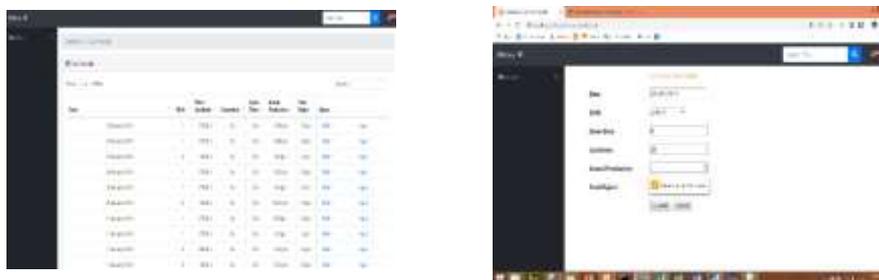
## PENGUJIAN

Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap sistem. Tahapan ini dilakukan setelah perancangan selesai dilakukan dan selanjutnya diimplementasikan pada bahasa pemrograman. Setelah diimplementasikan maka dilakukan pengujian terhadap sistem dan dilihat kekurangan-kekurangan pada aplikasi untuk pengembangan sistem selanjutnya. Program dibuat Sesuai dengan permasalahan yang dibahas dalam desain sistem, maka sistem aplikasi yang dikembangkan diharapkan mampu menjawab segala permasalahan yang telah diungkapkan sebelumnya. Berikut ini adalah hasil pengujian program yang telah dilakukan :



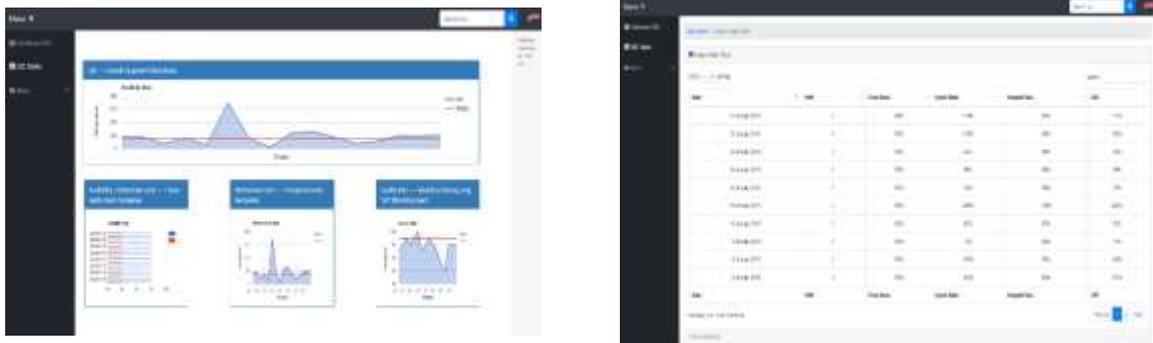
**Gambar 7 dan 8** Form login dan Input Data

Form login digunakan pengguna untuk masuk kedalam sistem dan berguna sebagai proses keamanan sistem bagi pengguna yang berhak mengakses. Dalam form ini pengguna harus memasukkan username, password , dan role pada field yang telah disediakan, kemudian tekan tombol login. Sistem akan mengecek akun tersebut kedalam database, apabila akun telah tersedia, maka sistem akan melanjutkan proses menuju menu utama. Kemudian dilakukan uji coba Form input produksi (gambar 9) dengan memasukkan data produksi, kemudian menekan tombol “submit”, output yang diharapkan Muncul pesan bahwa input data produksi berhasil, dan di tabel laporan produki muncul data yang diinput (gambar 9)



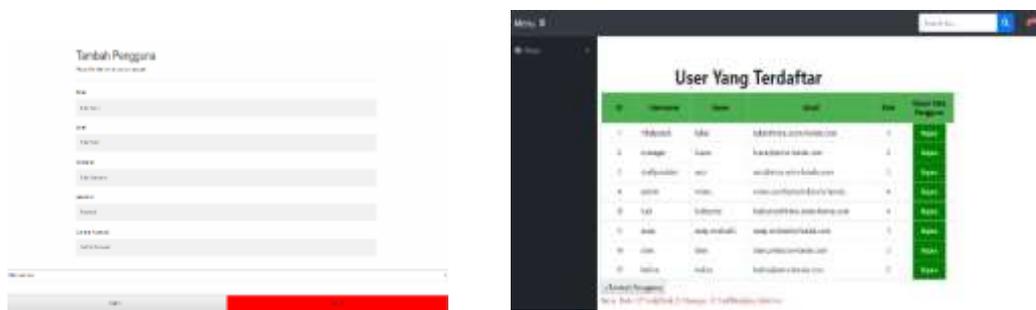
**Gambar 9 dan 10** Tampilan Data Produksi dan Alert

Pengujian Selanjutnya dilakukan pengisian terhadap form input data produksi dengan data yang kosong, output yang diharapkan muncul alert bahwa data harus diisi. ( Gambar 11) Pengujian Akses Menu Dashboard menggunakan login dengan role Manager, output yang diharapkan Dashboard OEE dalam bentuk grafik dan tabel menampilkan data yang telah di input oleh staff produksi (gambar 11 & 12). Hasil pengujian sesuai yang diharapkan:



**Gambar 11 &12** Tampilan Dasboard Grafik dan Tabel

Terakhir dilakukan pengujian login dengan role IT Helpdesk pada menu tambah data pengguna (gambar 13), Memasukan data pengguna dengan tipe data yang sesuai, output yang diharapkan di tabel data pengguna muncul data yang diinput. Hasil pengujian dinyatakan berhasil sesuai dengan harapan (Garmbar 14).



**Gambar 13 &14** Tampilan Iput Data Pengguna

### Validasi Sistem

Uji validasi dilakukan untuk mengetahui apakah dashboard yang dibangun dapat memberikan hasil pengukuran OEE yang valid. Uji validasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran OEE dari Dashboard OEE dengan hasil pengukuran OEE manual. Hal tersebut sesuai dengan apa yang diungkapkan oleh Rangkuti dalam jurnal lu'lu (2014), bahwa validitas dicapai apabila data yang dihasilkan dari alat ukur tersebut sesuai dengan data atau informasi lain dalam kaitannya dengan variabel penelitian. Tabel 3 merupakan tabel penghitungan OEE, secara manual. Hasil perhitungan tersebut akan dibandingkan dengan hasil dari dashboard OEE. Kemudian Hasil dari perhitungan tersebut dibandingkan dengan hasil pada Dashboard Monitoring OEE, berikut ini pada Tabel 4 adalah hasil perbandingannya.

Data Produksi	Input	Satuan
Shift	Shift 1 (28800)	s
Downtime	300	s
Cycletime	26	s
Total Produksi	963	Unit
Reject	32	Unit

Variable OEE	Formula	Hasil
Availability	$\text{OperatingTime} / \text{Time available}$ $= 28500 / 28800$	98,96 %
Performance	$\text{Total Produksi} /$ $(\text{Timeavailable} / \text{Cycletime})$ $963 / (28500 / 26)$	87,85 %
Quality	$(\text{Total Produksi} - \text{Reject}) /$ $\text{Total Produksi}$	96,68 %
OEE	$\text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality}$	84,05 %

**Tabel 1 dan 2** Tabel Data Produksi Validasi dan Perhitungan OEE Secara Manual

Tabel 1 dan 2 merupakan tabel penghitungan OEE, secara manual. Hasil perhitungan tersebut akan dibandingkan dengan hasil dari dashboard OEE. Kemudian Hasil dari perhitungan tersebut dibandingkan dengan hasil pada Dashboard Monitoring OEE, berikut ini pada Tabel 3 adalah hasil perbandingannya. Berdasarkan hal tersebut maka Dashboard Monitoring OEE dapat dinyatakan lulus uji validasi :

	Hasil Dashboard Monitoring OEE	Hasil Pengukuran Manual	Selisih Hasil
Availability Rate (%)	98,96%	98,96%	0,00%
Performance Rate (%)	87,85%	87,85%	0,00%
Quality Rate (%)	96,68%	96,68%	0,00%
OEE	84,05%	84,05%	0,00%

**Tabel 3** Tabel Perbandingan Hasil Perhitungan OEE

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Hasil uji verifikasi dan uji validasi memberikan kesimpulan bahwa Dashboard OEE telah terverifikasi dan valid. Dashboard dinyatakan lulus uji coba dan siap untuk digunakan. dan Dashboard dapat memberikan informasi tentang kinerja mesin dalam bentuk metrik OEE, beserta kehandalan mesin (Availability), Kecepatan mesin beroperasi (Performance), dan banyaknya barang yang “OK” dibanding “NG” (Quality).

### DAFTAR PUSTAKA

- Alvira, D. 2015. Usulan Peningkatan overall equipment Effectiveness (Oee) Pada Mesin tapping Manual Dengan Meminimumkan Six Big Losses. Bandung. Jurnal Informatika Vol 03, No.3. Hal 240- 251
- CorpoRate Secretary & Legal. 2016. Company Profile AHM. Jakarta: Astra Honda Motor.

- CorpoRate Secretary & Legal. 2018. Corporate Profile AHM. (Online). ([http://www.astra-honda.com/](http://http://www.astra-honda.com/) , Di akses 01 Oktober 2018, 10:23 WIB)
- Efendi, M. 2016. Perancangan Sistem Informasi Efektivitas dan Efisiensi Peralatan (Studi Kasus di PT Kediri Matahari Corn Mills, Kediri). Malang. Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri Vol.5, No.3, Hal 159-168
- Henderi . Dashboard Information System Berbasis Key Performance Indicator Yogyakarta. Seminar Nasional Informatika 2012: Vol.3, Hal D-82 D-87
- Huda, D. Perancangan Aplikasi Perhitungan Oee (Overall Equipment Effectiveness) Dan Analisis Rcm (Reliability Centered Maintenance) Dalam Menentukan Kebijakan Maintenance. Bandung. e-Proceeding of Engineering : Vol.3, No.2 Hal 2619-2617
- Kuncoro, A. 2013. Dasar Pemrograman PHP dan Mysql. (Online). (<http://jatim.kemenag.go.id/file/file/Umum/yrlg1395823105.pdf> , Di akses 20 Juni 2018, 20:26 WIB)
- Maknulah, L. 2014. Perancangan Aplikasi Pengukuran Overall Equipment Effectiveness (Oee): Studi Kasus Di Pg Krebet Baru Ii. Malang. Jurnal Teknologi Pertanian Vol. 15 No. 1, Hal 7-14
- Production planning. 2017. Monitoring Data Produksi . Jakarta: Astra Honda Motor.
- Purnawan. 2016. Perancangan Aplikasi Analisis Overall Equipments Effectiveness (OEE) Dengan Metode Pareto Di PT Wavin Duta Jaya. Cikarang. Jurnal Informatika SIMANTIK Vol.1, No.1, Hal 17-25
- Putri, W 2013. Pemrograman Web. ( Online). <http://ilmukomputer.org/wp-content/uploads/2012/10/winda-pemrograman-web.pdf> , Di akses 19 Juni 2018, 00:18 WIB)
- Rifa'i, B. 2013. Efektivitas pemberdayaan usaha mikro kecil dan menengah (UMKM) krupuk ikan dalam program pengembangan labsite pemberdayaan masyarakat. Sidoarjo. Jurnal Informatika Vol 01, No 01
- Suharnoko, I.2017. Rancang Bangun Aplikasi Pengukuran Efektivitas Mesin Produksi Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Pada Pt. E-T-A Indonesia. Skripsi Program Sarjana Komputer. Universitas Stikom. Surabaya
- Triwardani, D. 2013. Analisis overall equipment effectiveness (oee) dalam meminimalisi six big losses pada mesin produksi dual filters . Surabaya. Skripsi Program Sarjana Teknik. Universitas Brawijaya. Surabaya