

## SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGUMPULAN DATA PROSES PEMBUATAN KAWAT LAS

### *DATA COLLECTION AND MONITORING SYSTEM IN WELDING WIRE MANUFACTURING PROCESS*

Candraruna Pradipta<sup>1</sup>, Melisa Mulyadi<sup>2</sup>  
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro  
Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya  
Jl. Jendral Sudirman 51, Jakarta Selatan 12930  
<sup>1</sup>candraruna.pradipta@gmail.com <sup>2</sup>melisa.mulyadi@atmajaya.ac.id

#### Abstrak

Di industri manufaktur yang memproduksi barang tertentu, misalnya kawat las, dijumpai masalah hasil produksi yang tidak dapat memenuhi jumlah pesanan sesuai yang diinginkan. Hal ini terjadi karena kurangnya informasi atau data mengenai unjuk kerja mesin dan lamanya mesin menyelesaikan suatu proses. Untuk mengatasi masalah ini, maka dibuat sistem pemantau dan pengumpulan data menggunakan *Elexol Ether IO24 PIC R* dalam produksi kawat las. *Elexol* berfungsi sebagai penghubung antara unit pengendali dengan komputer. Di komputer, data diolah menggunakan *Visual Studio* dengan bahasa pemrograman VB .NET untuk mendapatkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), yaitu nilai *availability*, *performance*, dan *quality* dari setiap mesin yang digunakan. Dengan demikian, kondisi setiap mesin dapat diketahui secara *real time*. Hasil pengujian terhadap sistem yang dibuat menunjukkan bahwa sistem dapat mengetahui hasil produksi dari setiap mesin, kondisi mesin aktif atau tidak, dan kondisi mesin mendapatkan catu daya atau tidak.

**Kata kunci:** *visual studio, VB .NET, elexol ether IO24 PIC R, overall equipment effectiveness*

#### Abstract

*Manufacturing industries, for example welding wire manufacturing, occasionally encounter problems in which the production cannot meet the order quantity. This mismatch occurs due to the limited information about the machine performance and the time needed for the machine to do the process. To overcome this problem, creating data collection and monitoring system using Elexol Ether IO24 PIC R, a connector between the control unit and the computer, in producing welding wire is necessary. The data will be processed using Visual Studio with VB.NET language program to determine the value of Overall Equipment Effectiveness (OEE), which are availability, performance, and quality, of each machine. This process allows the system to determine the real time machine condition. The test result suggested that the system could determine the production output of each machine, the machine's activity and the power supply.*

**Keyword:** *visual studio, VB .NET, elexol ether IO24 PIC R, overall equipment effectiveness*

**Tanggal Terima Naskah** : 15 Desember 2014

**Tanggal Persetujuan Naskah** : 24 Desember 2014

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada umumnya masalah yang muncul di pabrik adalah hasil produksi yang tidak mencukupi target produksi yang diinginkan. Untuk menyelesaikan masalah tersebut, sebagian besar pabrik mengambil keputusan untuk menambah tenaga kerja, menambah jam kerja, ataupun menambah mesin agar produksi sesuai target. Sebaiknya sebelum mengambil keputusan tersebut dilakukan analisis terhadap kinerja mesin, yaitu dengan menghitung nilai dari *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Nilai OEE ini didapatkan dengan mengolah data yang diperoleh dari mesin yang ada. Untuk mendapatkan data yang diperlukan dibutuhkan perangkat keras *Elexol Ether IO24 PIC R*.

Dengan menggunakan *Elexol Ether IO24 PIC R* dan program yang dibuat menggunakan *Visual Studio* dengan bahasa VB .NET, nilai OEE dengan mudah didapatkan dan dapat ditampilkan dalam grafik untuk mempermudah dalam pengambilan keputusan.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Merancang sistem pemantau dan pengumpulan data proses pembuatan kawat las sehingga dapat memudahkan analisis terhadap kinerja mesin-mesin produksi.

### 1.3 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang suatu sistem pemantau dan pengumpulan data proses pembuatan kawat las agar dapat menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* mesin menggunakan *Elexol Ether IO24 PIC R* dengan program menggunakan *Visual Studio* dengan bahasa VB .NET

## 2. KONSEP DASAR

### 2.1 *Visual Studio*

*Visual Studio* merupakan aplikasi yang digunakan untuk membuat aplikasi *windows*. Untuk membuat aplikasi dapat digunakan beberapa bahasa, yaitu C#, C++, F#, dan .NET. Kemampuan *visual studio* ini sering disebut dengan *Integrated Development Environment* (IDE). Dengan menggunakan aplikasi ini, pembuatan sistem akan menjadi lebih mudah. *Visual studio* membantu *programmer* dalam membuat program dengan bantuan-bantuan yang diberikan melalui *library*.

### 2.2 Bahasa Pemrograman *Visual Basic* (.NET)

*Visual Basic* adalah suatu bahasa pemrograman yang digunakan dalam pembuatan suatu aplikasi yang diprogram secara *visual*. *Visual Basic* bergerak dalam .NET *Framework* dan menggunakan bahasa *BASIC*. Bahasa ini hampir sama dengan bahasa pemrograman *visual* lainnya, seperti bahasa C, C++, atau C#. Namun, bahasa ini lebih berorientasi pada objek atau sering juga dikenal dengan sebutan *Object Oriented Program* (OOP). Dengan konsep ini, *programmer* menjadi lebih terbantu dalam pembuatan program. Kelebihan OOP ini adalah *programmer* dapat berkomunikasi dengan setiap komponen yang ada di *Visual Studio* seperti berkomunikasi dengan objek yang nyata dalam kehidupan sehari-hari [1].

### 2.3 *Elexol Ether IO24 PIC R*

*Elexol Ether IO24 PIC R* merupakan perangkat keras yang berfungsi untuk menghubungkan perangkat mesin dengan *server*. Sinyal – sinyal yang akan diolah oleh *server* diterima oleh *Elexol Ether IO24 PIC R* dan diteruskan.

Spesifikasi dari *Elexol Ether IO24 PIC R* adalah sebagai berikut [2]:

1. Memiliki masukan dan keluaran sebanyak 24 buah, yang terdiri dari tiga buah *port* dengan delapan buah pin di masing – masing *port*.
2. *Pin* pada *ports* i/o terhubung secara langsung ke *General Purpose Input/Output* (GPIO).
3. Terdapat memori eksternal untuk antarmuka dengan *web*.
4. Terdapat koneksi *Transmission Control Protocol* (TCP).
5. Antarmuka *Serial Peripheral Interface* (SPI) telah terdapat di semua *port* dengan *mode* pilihan.
6. Antarmuka dengan *web* berfungsi untuk berhubungan dengan *web browser*.
7. Memiliki *non-volatile memory*.

Data yang akan diolah dapat berupa data *digital* dan *analog*. *Elexol* dapat menerima kedua jenis sinyal ini. Terdapat dua jenis protokol yang dapat digunakan untuk mengirimkan data dari *Elexol* ke *server*. Kedua jenis protokol tersebut adalah:

1. *Transmission Control Protocol* (TCP)  
*Transmission Control Protocol* cukup sering digunakan dan menggunakan basis *Internet Protocol* (IP). Protokol ini sering digunakan untuk mengirimkan data yang kompleks dan membutuhkan ketelitian yang lebih. Sebelum mengirimkan data, protokol ini membentuk suatu koneksi terlebih dahulu sehingga data yang akan dikirimkan benar-benar sampai ke alamat yang dituju. Selain itu, protokol ini merupakan protokol yang *connection oriented*. Maksud dari *connection oriented* adalah kedua *device* yang akan saling berkomunikasi ini harus dalam kondisi terhubung secara langsung. Sebagai contohnya, protokol ini digunakan dalam mengirim *email*. Pengiriman *email* harus memiliki ketelitian yang tinggi.
2. *User Datagram Protocol* (UDP)  
 Protokol ini biasa digunakan untuk mengirimkan data yang kecil dan tidak membutuhkan ketelitian yang tinggi. Hal ini disebabkan *User Datagram Protocol* (UDP) merupakan protokol yang *socketless* dan *connectionless oriented*. Untuk menggunakan protokol UDP ini, kedua *device* tidak harus berhubungan secara langsung. Kelemahan dari penggunaan protokol ini adalah data yang dikirim mungkin akan diterima dengan urutan yang tidak sesuai sedangkan kelebihan dari protokol ini adalah pengiriman data yang lebih cepat dibandingkan dengan protokol TCP [3].

### 2.4 Sistem Pembuatan Kawat Las

Pembuatan kawat las terdiri atas empat bagian utama, yaitu:

1. *Wire Feeder*  
 Pada bagian ini, kawat akan dimasukkan ke dalam mesin untuk diberikan lapisan fluks yang berfungsi sebagai penghantar pada kawat las. Kawat sudah dipotong dengan ukuran yang sama panjang.
2. *Extrusion*  
 Kawat yang sudah dimasukkan ke dalam mesin akan diberikan lapisan elektroda atau *fluks*. Lapisan ini yang akan meleleh saat kawat diberikan tegangan. Lapisan elektroda atau fluks ini harus menempel erat dengan kawat. Apabila tidak, hasil dari pengelasan tidak akan maksimal.

3. *Brushing*

Pada bagian *brushing*, bagian depan kawat akan dihaluskan. Hal tersebut dimaksudkan agar lapisan elektroda tidak mudah lepas dan menyatu dengan lebih kuat. Selain bagian depan, bagian belakang kawat juga akan dihilangkan sebagian lapisannya. Bagian belakang ini digunakan untuk pegangan.

4. *Tip End Cleaning*

Bagian kawat yang digunakan sebagai pegangan akan dibersihkan dengan ampelas. Hal ini dimaksudkan untuk membuat kawat benar-benar bersih dan dapat menghantarkan listrik dengan baik. Setelah proses pemberian lapisan *fluks* pada kawat selesai dilakukan, kawat – kawat yang telah dilapisi lapisan *fluks* ini akan dimasukkan ke dalam oven.

**2.5 Overall Equipment Effectiveness**

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan salah satu cara untuk membantu perusahaan dalam mengambil keputusan di bidang manufaktur. Seringkali permasalahan yang muncul adalah permintaan semakin banyak tetapi hasil produksi tidak dapat memenuhi. OEE ini telah dikembangkan sejak tahun 1990 dan masih terus berkembang hingga saat ini.

OEE memiliki tiga parameter yang mewakili setiap aspek di manufaktur. Ketiga parameter tersebut adalah sebagai berikut [4]:

1. *Availability*

Untuk mengetahui lamanya waktu mesin berproduksi selama *shift* yang ada atau pabrik itu dalam kondisi aktif.

$$availability = \frac{Run\ Time}{Total\ Time} \dots\dots\dots(1)$$

*Total time* merupakan waktu dari mesin dinyalakan sampai mesin dimatikan, sedangkan *Run Time* merupakan waktu saat mesin berproduksi atau menghasilkan suatu hasil. Untuk jam makan siang atau jam istirahat, *Total Time* akan berkurang.

2. *Performance*

Untuk mengetahui unjuk kerja mesin berdasarkan berapa banyak hasil produksi dan berapa banyak yang ditargetkan.

$$performance = \frac{total\ count}{target\ count} \dots\dots\dots(2)$$

*Total Count* merupakan banyaknya hasil produksi yang dihasilkan oleh satu mesin selama mesin dalam kondisi aktif atau selama satu *shift*. *Target Count* adalah banyaknya hasil produksi yang diinginkan dalam satu hari atau dalam satu *shift* atau selama mesin dalam kondisi aktif sesuai jadwalnya. Dalam hal ini, hasil produksi yang baik dan buruk tidak diperhitungkan.

3. *Quality*

Untuk mengetahui hasil produksi yang baik dan gagal. Dengan menghitung *quality*, operator dapat menilai mesin yang membutuhkan perawatan dan mesin yang tidak membutuhkan perawatan. Semakin banyak hasil produksi yang gagal, maka mesin akan bekerja lebih lama. Hal itu mengakibatkan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai target lebih lama daripada yang seharusnya.

$$quality = \frac{good\ count}{total\ count} \dots\dots\dots(3)$$

*Good Count* adalah hasil produksi yang baik dan sesuai dengan standar yang ada, sedangkan *total count* adalah jumlah hasil produksi yang diinginkan, sama dengan *target count*.

Nilai OEE didapatkan dengan rumus sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

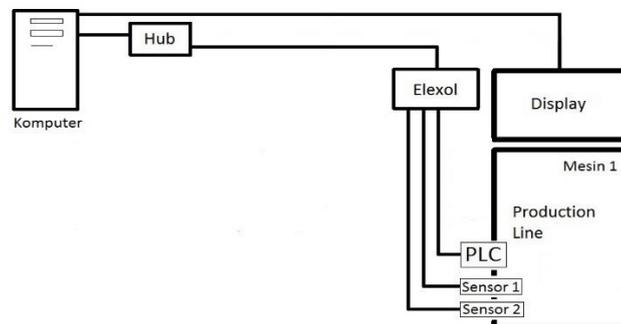
Nilai OEE ini dapat digunakan sebagai acuan untuk menentukan apa yang sebaiknya dilakukan oleh suatu perusahaan. Hasil ini diperoleh secara *real time* atau dalam kondisi saat ini dan sebenarnya.

### 3. PERANCANGAN SISTEM

Sistem pemantauan dan pengolahan data proses pembuatan kawat las terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu:

1. *Production Line*, yang terdiri dari dua bagian utama, yaitu:
  - a. *Programmable Logic Controller* (PLC) digunakan untuk mengendalikan proses yang dilakukan mesin. Melalui PLC dapat diambil data untuk mengetahui kondisi mesin ON (bertegangan listrik) atau mesin OFF (tidak mendapat tegangan listrik).
  - b. *Sensor*  
*Sensor* yang digunakan ada dua dan berfungsi untuk mendeteksi kawat. *Sensor* yang pertama diletakkan pada bagian awal proses produksi untuk mendeteksi apakah ada kawat yang akan diberi lapisan elektroda. *Sensor* kedua diletakkan pada bagian akhir proses untuk menghitung jumlah kawat las yang dihasilkan.
2. *Elexol Ether IO24 PIC R*  
*Elexol Ether IO24 PIC R* ini merupakan perangkat keras yang menghubungkan PLC dan *sensor* dengan komputer. *Elexol Ether IO24 PIC R* ini dapat menerima sinyal data *analog* maupun *digital*.
3. Komputer  
 Komputer menerima data dari *Elexol Ether IO24 PIC R* kemudian mengolahnya menjadi informasi yang dapat dimengerti operator dan dapat dianalisis.

Secara skematik, sistem yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 1. Sistem memantau kondisi mesin *on/off* melalui data yang diterima *Elexol* dari PLC. *Sensor* deteksi pertama memberikan informasi apakah mesin bekerja atau tidak sedangkan *sensor* deteksi kedua digunakan untuk menghitung jumlah kawat las yang diproduksi. Semua data tersebut dikirim oleh *Elexol* ke komputer. Data yang telah diolah komputer ditampilkan pada layar, data juga disimpan dalam *log data* agar semua kejadian yang dialami mesin dan jumlah kawat las yang dihasilkan dapat dianalisis dan dievaluasi oleh pihak perusahaan.



Gambar 1. Skematik Proses

Pada tulisan ini data dari PLC dan kedua *sensor* deteksi disimulasikan menggunakan *switch* geser dan *push button*. *Switch* geser dan *push button* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Push button dan switch geser

Fungsi dari *push button* dan *switch geser* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konfigurasi *push button* dan *switch geser*

<i>Pin port</i>	<i>Fungsi Pin</i>	<i>No. Push button dan Switch</i>
0	Status Mesin	<i>switch geser 1</i>
1	<i>Sensor Awal Mesin</i>	<i>push button 2</i>
2	<i>Counter Hasil Mesin</i>	<i>push button3</i>
3		
4	Status Mesin	<i>switch geser 5</i>
5	<i>Sensor Awal Mesin</i>	<i>push button 6</i>
6	<i>Counter Hasil Mesin</i>	<i>push button 7</i>

### 3.1 Perancangan Perangkat Keras

*Elexol Ether IO24 PIC R* ini memiliki sistem pengaturan sendiri yang dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan dan kebutuhan. Untuk mengubahnya, *programmer* harus mengaksesnya melalui *web interface* yang dimiliki oleh tiap *Elexol Ether IO24 PIC R*. Sebelum mengakses *web interface* dari *Elexol* ini, pastikan *server* dan *Elexol Ether IO24 PIC R* berada dalam satu jaringan yang sama. Setelah keduanya berada dalam jaringan yang sama, *programmer* dapat mengaksesnya melalui *internet browser* yang tersedia dan memasukkan *IP Address* dari *Elexol Ether IO24 PIC R* ini.

Pengaturan *IP Address Elexol Ether IO24 PIC R* ini dapat dilakukan dengan menghubungkan hubungan pada *jumper 4 (J4)* yang telah tersedia pada *board Elexol Ether IO24 PIC R* ini. Dengan menghubungkan *J4* ini, *Elexol Ether IO24 PIC R* ini memiliki *IP Address* yang tetap, yaitu 192.168.1.10.

*Elexol Ether IO24 PIC R* juga memiliki kelebihan dalam mengirimkan data. *Elexol Ether IO24 PIC R* ini dapat mengirimkan data secara otomatis ke *server* dengan mengubah pengaturannya menjadi *Auto Scan* dan memasukkan *IP Address* dari komputer *server*. Perangkat keras ini memiliki tiga buah *port* yang dapat berfungsi sebagai *input/output*. Fungsi dari tiap-tiap *port* ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Fungsi tiap *port Elexol Ether*

<i>Port A.0</i>	Status Mesin 1
<i>Port A.1</i>	<i>Counter</i> Hasil Produksi Mesin 1
<i>Port A.2</i>	
<i>Port A.3</i>	
<i>Port A.4</i>	Status Mesin 2
<i>Port A.5</i>	<i>Counter</i> Hasil Produksi Mesin 2
<i>Port A.6</i>	
<i>Port A.7</i>	
<i>Port B.0</i>	Status Mesin 3
<i>Port B.1</i>	<i>Counter</i> Hasil Produksi Mesin 3
<i>Port B.2</i>	
<i>Port B.3</i>	
<i>Port B.4</i>	Status Mesin 4
<i>Port B.5</i>	<i>Counter</i> Hasil Produksi Mesin 4
<i>Port B.6</i>	
<i>Port B.7</i>	

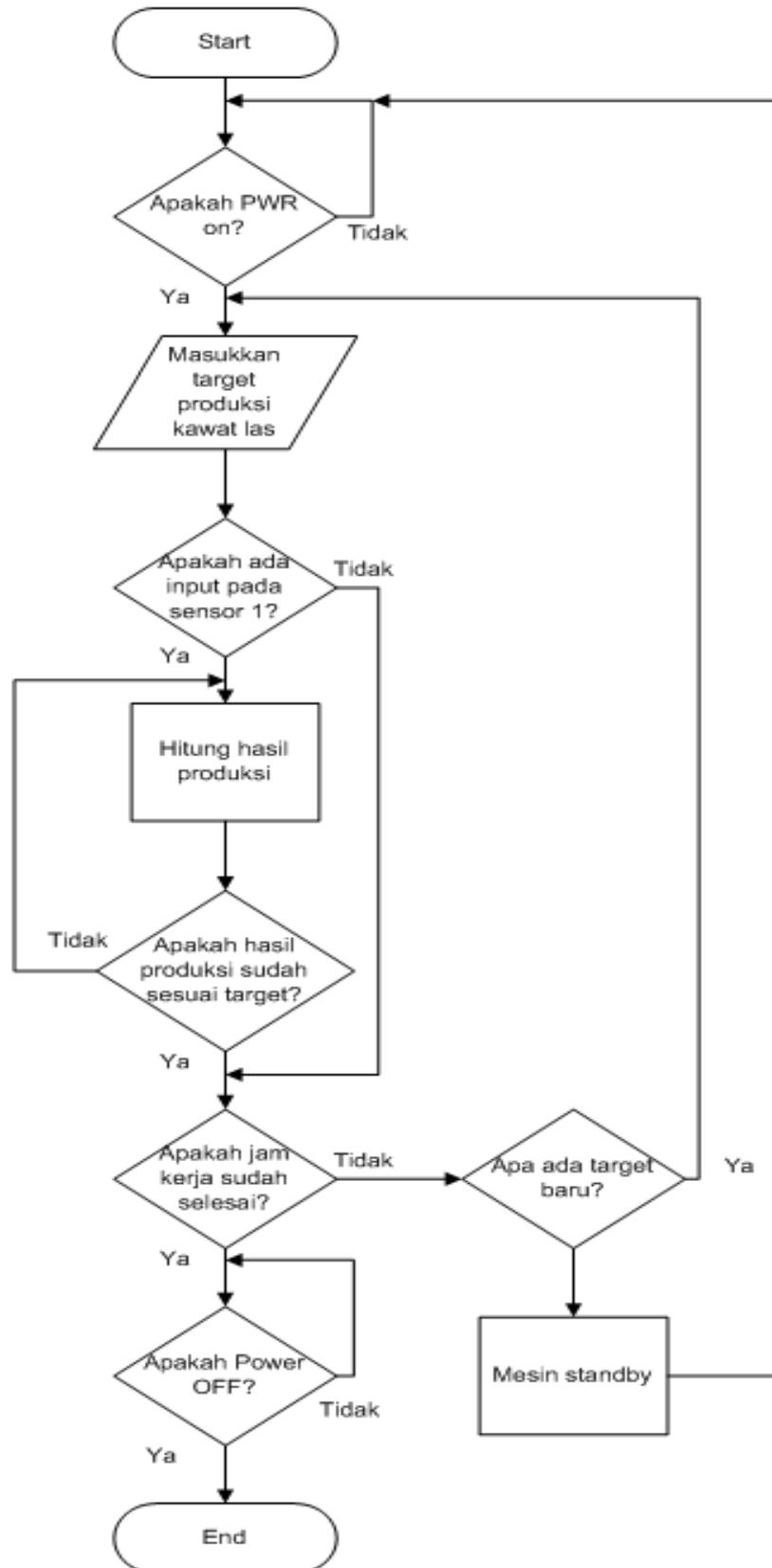
### 3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Diagram alir untuk satu mesin dalam sistem ini dapat dilihat pada Gambar 3. *Elexol* akan mengambil perubahan data yang terjadi pada mesin dan akan mengirimkan data tersebut ke *server* untuk diolah [5]. Perubahan pada mesin yang diamati adalah sebagai berikut:

1. Kondisi mesin dalam kondisi *on* atau *off* (ada atau tidaknya catu daya pada mesin).
2. Kondisi mesin dalam keadaan beroperasi atau tidak (menghasilkan hasil produksi atau tidak).
3. Hasil produksi.

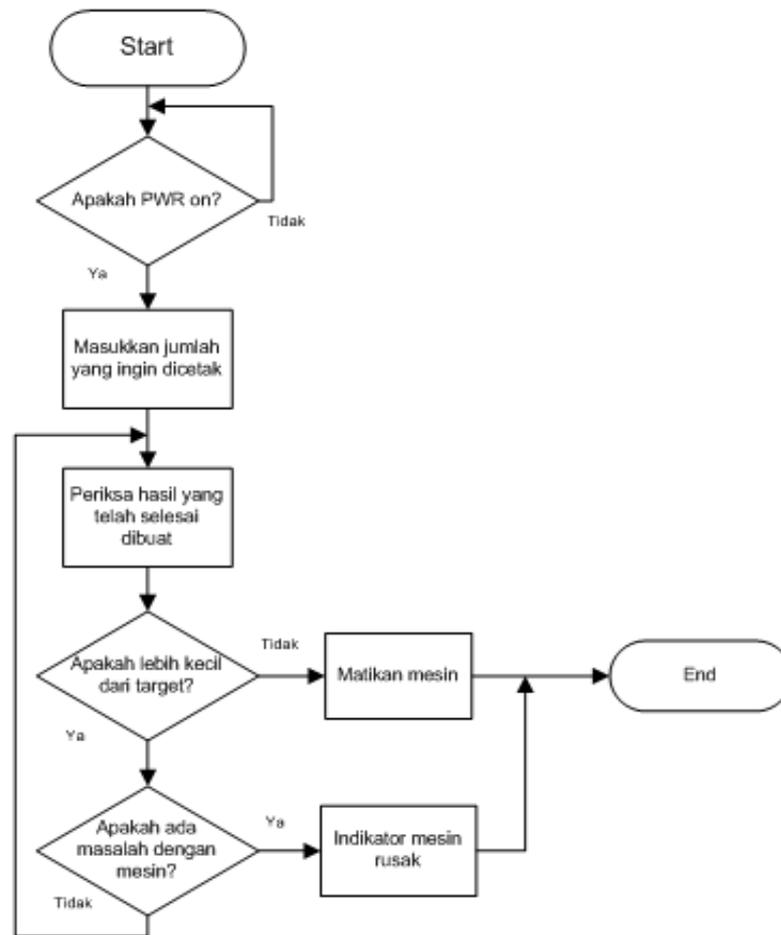
Pada umumnya, manufaktur menghitung hasil produksi membutuhkan 1 detik untuk setiap hasil produksinya. Sistem yang dibuat ini dirancang agar dapat mendeteksi lebih dari satu hasil produksi setiap detiknya. Untuk mendapatkan kelebihan ini, program harus dibuat sesingkat mungkin.

Setelah diolah, data akan ditampilkan dalam grafik untuk *display*. Selain itu, akan digunakan *color management* dalam pembuatan sistem ini. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan operator untuk melihat kondisi mesin yang dipantau



Gambar 3. Diagram alir sistem satu mesin

Diagram alir untuk lebih dari satu mesin ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir sistem untuk lebih dari satu mesin

*Overall Equipment Effectiveness* ini memiliki tiga parameter. Untuk membuat sistem ini, hanya dua parameter yang diambil dari data sedangkan parameter yang terakhir akan dianggap konstan, yaitu sebesar 97% atau 0,97. Nilai OEE ini diharapkan dapat membantu perusahaan manufaktur untuk menentukan keputusan yang akan diambil.

#### 4. PENGUJIAN SISTEM

Sistem yang dibuat ini akan digunakan di pabrik dan ditampilkan pada layar yang cukup lebar, sehingga dapat dilihat oleh semua orang. Pada ruangan operator, sistem ini juga akan ditampilkan pada monitor. Hal ini dimaksudkan agar operator mesin dapat memantau setiap mesin dari ruangan. Operator tidak perlu pergi ke setiap mesin setiap beberapa waktu. Operator mesin cukup mengolah data yang didapatkan dari sistem ini.

Pada sistem yang dibuat ini, pada bagian *counter* dapat menghitung lebih dari satu hasil produksi dalam 1 detik. Kebanyakan sistem yang ada saat ini untuk mendapatkan satu hasil produksi dibutuhkan waktu 1 detik. Sistem ini dapat mendeteksi 1-15 hasil produksi dalam waktu 1 detik. Hal tersebut didapatkan dengan membuat

program yang sesingkat mungkin. Cuplikan dari program tersebut ditampilkan pada Gambar 5.

```
If countbool And stportB(0) Then  
    intcounter1 += 1  
End If  
countbool = Not stportB(0)
```

Gambar 5. Cuplikan program *counter*

Sistem dibuat dengan *Visual Studio 2010* dengan bahasa pemrograman VB .NET. Sistem ini memiliki tiga kondisi, mesin dalam kondisi *off*, mesin dalam kondisi *idle*, dan mesin dalam kondisi *running*. Apabila mesin dalam kondisi *off*, *background* akan berwarna abu-abu. Saat mesin dalam kondisi *idle*, *background* akan berwarna biru. Kondisi mesin dikatakan *idle* apabila terdapat target produksi, mesin dalam kondisi *on*, tetapi tidak memproduksi. Jika mesin dalam kondisi *on* dan memproduksi, *background* akan berwarna kuning. Setelah mesin mencapai target yang ditentukan, warna *background* akan berubah lagi menjadi biru karena mesin dalam kondisi *idle* kembali. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dihitung setiap target selesai dikerjakan. Tampilan sistem ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Tampilan sistem dalam kondisi *on* dan memproduksi

Dengan memiliki sistem seperti yang ditampilkan pada Gambar 6, operator dapat memantau perubahan yang terjadi pada mesin tersebut. Pada bagian target, akan dimasukkan oleh operator. Selain *Data Production* dan grafik, terdapat pula keterangan berapa lama mesin dalam kondisi *ON* dan *OFF*, berapa banyak hasil produksi yang telah dihasilkan, dan waktu mesin dalam kondisi *ON* dan *OFF*.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian sistem, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem dapat menampilkan kondisi kerja mesin dan dapat memberikan data yang dibutuhkan oleh perusahaan.
2. Sistem dapat mendeteksi maksimum 15 hasil produksi dalam waktu 1 detik dengan simulasi.
3. Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sesuai dengan perhitungan secara teori.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Supardi, Yuniar. 2012. Semua bisa Menjadi Programmer Visual Basic 2010. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- [2]. Elexol. 2011. "Ether I/O 24 PIC R Datasheet". <http://www.elexol.com> (diakses 4 Oktober 2012).
- [3]. Clark, Daniel R. 2006. Beginning Object – Oriented Programming with VB 2005 From Novice to Professional. United States of America : Apress.
- [4]. EXOR. 2012. "The Complete Guide to Simple OEE – Overall Equipment Effectiveness". [www.exor-rd.com](http://www.exor-rd.com) (diakses 12 Maret 2013).
- [5]. Petroustos, Evangelos. 2002. Mastering Visual Basic. NET. United States of America: Sybex.