

Sinkronisasi Waktu Kerja antara Operator *Supply Part* dan *Mainline* di Unit Produksi PT.TMMIN (Toyota Motor Manufacturing Indonesia)

Ellisa Kusuma Dewi, Fitri Adi Iskandarianto, Agung Budiono
Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
JL. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111,
e-mail: firkandarianto@ep.its.ac.id

Abstrak—Dalam dunia manufaktur waktu line stop adalah masalah yang besar karena akan mengganggu kapasitas produksi. Data waktu line stop yang disebabkan oleh keterlambatan operator pada bulan April - October 2012 menampilkan bahwa 51.39% terjadi di area *supply part*. Masalah ini terjadi karena belum ada SOP yang mengatur antara *supply part* dengan *mainline* dalam hal pengiriman *small part*, dan tidak ada visualisasi waktu kerja operator *supply part* yang sinkron dengan operator *mainline*. Solusi yang ditawarkan adalah dengan menyinkronisasi waktu kerja antara operator *supply part* dan *mainline*, dengan cara menambahkan sinyal informasi mengenai waktu kerja operator di area *supply part* dalam bentuk indikator lampu berbasis PLC. Informasi ini berupa sinyal waktu kerja operator yaitu :*start cycle, working process, middle cycle, warning start* dan *line stop*. Setelah adanya penambahan sinyal informasi untuk operator *supply part*, sinkronisasi waktu kerja operator berhasil dilakukan sesuai standar kerja operator dan sinkron dengan waktu kerja operator *mainline* yaitu selama 88 detik. Waktu line stop dalam dua bulan terakhir berkurang sebesar 1080 detik dan 1170 detik.

Kata kunci- *Line stop, PLC, waktu kerja, kapabilitas proses*

I. PENDAHULUAN

PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia (PT TMMIN) merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang besar di Indonesia. Perusahaan ini memproduksi beberapa tipe mobil. Plant sunter 1 dari PT TMMIN merupakan tempat untuk perakitan *engine TR*, disebut juga dengan *assembly line*. Disini terdapat 4 area yaitu :*machining subline, mainline* dan *supply part* dimana keempat area ini memiliki fungsi kerja yang saling berkaitan.

Machining memproduksi 4 komponen utama mesin untuk dikirim ke *subline*. *Subline* mengirim mesin setengah jadi ke *mainline* kemudian *supply part* mengirimkan *small part* ke *mainline* untuk dirakit bersama dengan mesin setengah jadi. Oleh karena itu *mainline* dan *supply part* harus memiliki jumlah mesin dan waktu kerja untuk operator sama tiap siklusnya, agar *small part* yang dikirim sesuai dengan tipe mesin yang sedang dirakit. Dalam hal pengiriman *small part* dari *supply part* ke area *mainline* belum dilengkapi SOP (*Standard Operational Procedure*) dikarenakan setiap harinya bagian produksi menghasilkan jumlah dan tipe mesin yang berubah-ubah.

Dari hasil observasi, di area *supply part* memiliki masalah waktu line stop paling tinggi disebabkan oleh

operator terlambat pada bulan April - October 2012 menampilkan bahwa 51.39% terjadi di area *supply part* jika dibandingkan dengan area lain (pos 1-pos18). Masalah ini disebabkan, operator harus menghitung jumlah dan tipe mesin secara manual di akhir kerja dan tidak ada visualisasi waktu untuk operator *supply part* mengenai waktu kerjanya dari awal sampai dengan akhir yang sinkron pada waktu kerja operator *mainline*. Sehingga, dibutuhkan suatu media yang dapat menghubungkan waktu kerja antara operator *supply part* dengan operator *mainline*.

Solusi yang ditawarkan adalah dengan menyinkronisasi waktu kerja antara operator *supply part* dan *mainline*, dengan cara menambahkan sinyal informasi mengenai waktu kerja operator di area *supply part* tiap siklusnya dalam bentuk indikator lampu dengan PLC sebagai kontroler. Sinyal informasi yang dibuat akan mengikuti waktu kerja operator di *mainline*. Penelitian ini dikembangkan dari penelitian sebelumnya mengenai lampu lalu lintas cerdas^[1] sebagai sinyal waktu^[2] yang kemudian diterapkan pada sistem yang berbeda.

II. DASAR TEORI

A. PLC TOYOPUC PC 3J Series

PLC yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah Toyopuc PC 3J Series. Toyopuc PC 3J Series memiliki 16 masukan dan 32 keluaran Alamat I/O yang dapat dibaca oleh TOYOPUC PC 3J Series adalah pada tabel.1^[3]

Tabel 1.
Alamat I/O PLC^[1]

No	Identifier	Name	Bit Address
1	X	Input	X000
2	Y	Output	Y000
3	M	Internal relay	M000
4	K	Keep relay	K000
5	V	Special relay	V000
6	T	Timer	T000
7	C	Counter	C000
8	L	Link relay	L000
9	P	Edge detection	P000
10	D	Data register	D000
11	R	Link register	R000
12	N	Present value register	N000
13	S	Special register	S000
14	B	File register	B000
15	EX	Extended input	EX000
16	EY	Extended output	EY000
17	EM	Extended internal relay	EM000
18	EK	Extended keep relay	EK000
19	EV	Extended special relay	EV000
20	ET	Extended timer	ET000
21	EC	Extended counter	EC000
22	EL	Extended link relay	EL000
23	EP	Extended edge detection	EP000
24	U	Extended data register	U000
25	EN	Extended present value	EN000
26	H	Extended setup value	H000
27	ES	Extended special register	ES000

B. Peta Karnaugh (K-Map)

Peta Karnaugh memungkinkan untuk mengkonversi tabel kebenaran dari ekspresi Boolean tanpa menggunakan Aljabar Boolean. Untuk membuat peta karnaugh harus mengikuti langkah berikut. Pertama membagi variabel input sampai kemudian menarik tabel kebenaran.^[4]

Tabel 2.
Tabel kebenaran.^[4]

S	M	W	Q	A
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

Kemudian membagi variabel masukan dan menggambar peta Karnaugh berdasarkan variabel masukan.

Tabel 3.
Variabel masukan.^[4]

	$\overline{M}\overline{W} (=00)$	$\overline{M}W (=01)$	$M\overline{W} (=11)$	$MW (=10)$
$\overline{S}Q (=00)$				
$\overline{S}Q (=01)$				
$SQ (=11)$	1		1	1
$SQ (=10)$				

Added for clarity

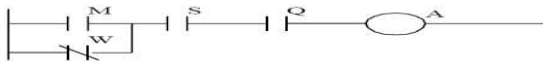
Masukan diatur sedemikian rupa sehingga perubahan bit hanya satu pada satu waktu untuk peta Karnaugh. Ketika bit telah dimasukkan ke dalam peta Karnaugh harus ada beberapa pola yang jelas. Pola-pola ini biasanya memiliki semacam simetri. Pola kemudian dapat diubah menjadi persamaan Boolean.^[2]

Tabel 4.
Pola pada K-Map.^[4]

	$\overline{M}\overline{W}$	$\overline{M}W$	$M\overline{W}$	MW
$\overline{S}Q$				
$\overline{S}Q$				
SQ	1		1	1
SQ				

M is the common term
all are in row SQ
W is the common term

$$A = S.Q.(M+W) \tag{3}$$



Gambar. 1. Konversi persamaan ke diagram tangga^[4]

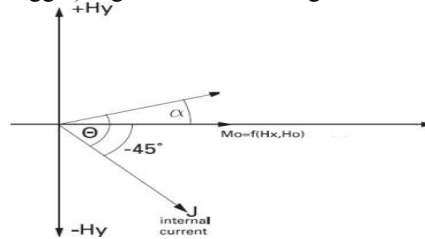
Peta Karnaugh merupakan metode alternatif untuk menyederhanakan persamaan dengan aljabar boolean dan merupakan cara terbaik untuk memverifikasi perhitungan aljabar boolean. Contoh yang ditunjukkan adalah untuk empat variabel, sehingga memberikan dua variabel untuk baris dan dua variabel untuk kolom. Variabel lebih banyak juga dapat digunakan. Jika ada lebih dari satu output, peta Karnaugh diperlukan untuk setiap output.^[4]

C. Magnetoresistive Sensor

Lord Kelvin, sebelumnya William Thompson, menemukan efek magnetoresistive. Dia pertama kali mengamati efek ini dalam logam feromagnetik pada 1856 ketika ia melihat sedikit perubahan dalam hambatan listrik dari sepotong besi ketika ia

menempatkannya dalam medan magnet. Tapi butuh lebih dari 100 tahun sebelum teknologi film tipis bisa membuatnya menjadi sebuah sensor yang praktis, yang mana ketika elemen Hunt ditemukan pada tahun 1971.^[5]

Menerapkan medan magnet rendah untuk elemen Hunt hanya akan menyebabkan perubahan kecil magnetisasi. Cara yang paling umum untuk mencapai ini adalah dengan menggunakan apa yang disebut "barber poles". Geometri dari elemen Hunt dengan struktur barber pole (AMR-Resistor tunggal) digambarkan dalam gambar dibawah ini.^[5]



Gambar. 2. Konstruksi barber pole menunjukkan arah medan magnet^[5]

$$\text{Magnetisasi : } M = f(Hy, Hx, Ho) \tag{1}$$

dimana,
Hy = penerapan medan magnet
Hx = medan magnet eksternal
Ho = konstanta sensor spesifik

Nilai ukur dari masukan sensor adalah:

$$dR = R_0 \frac{\Delta R}{R} \sin \alpha \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \tag{2}$$

dimana,
R = konstanta bahan
 α = sudut magnetisasi
jangkauan linierisasi normal : $-45^\circ, +45^\circ$
jangkauan limit : $-90^\circ, -45^\circ, +45^\circ, +90^\circ$

D. Rancangan Pra-Eksperimental One Group Pretest-Posttest Design

Rancangan penelitian ini digunakan pada satu kelompok subjek. Dengan cara melakukan pengukuran awal, kemudian diberikan perlakuan pada jangka waktu, dan dilakukan pengukuran kembali. Rancangan ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini^[4].

Tabel 5.
Rancangan penelitian^[6]

Pretest	Treatment	Posttest
T ₁	X	T ₂

Dalam melakukan perancangan tersebut, beberapa prosedur yang harus dijalankan adalah sebagai berikut^[6] :

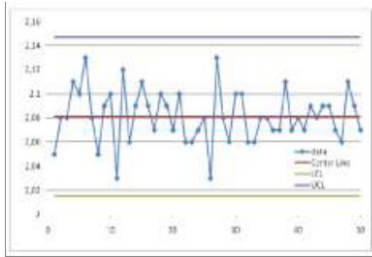
- T₁, yaitu pretest untuk pengukuran awal sebelum dilakukan sebuah *treatment* atau perlakuan
- Subjek dengan X yaitu menandakan adanya perlakuan
- T₂, yaitu posttest untuk mengukur hasil setelah adanya perlakuan
- T₁ dan T₂ kemudian dilakukan perbandingan untuk menentukan perbedaan yang timbul, sebagai akibat dari digunakannya variabel X

Kelemahan dari rancangan ini adalah belum ada jaminan bahwa X adalah satu-satunya faktor yang menimbulkan perbedaan antara T₁ dan T₂. Keuntungannya, pretest ini

memberi landasan untuk membuat komparasi prestasi subjek yang sama sebelum dan sesudah dikenai X (perlakuan).^[6]

E. Statistical Process Control

Istilah Pengendalian proses statistik (*Statistical Process Control - SPC*) digunakan untuk menggambarkan model berbasis pengambilan sampel yang diterapkan untuk mengamati proses yang saling terkait. Alat yang paling umum digunakan dalam pengendalian proses statistik adalah peta kendali^[7].



Gambar. 3. Peta kendali^[7]

Peta kendali dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis umum. Jika karakteristik kualitas dapat diukur dan dinyatakan dalam angka, ini biasanya disebut peta kendali variabel. \bar{X} Chart atau peta kendali \bar{X} digunakan untuk memonitor dan mengendalikan nilai rata-rata dari suatu proses.^[8] R Chart atau Range chart adalah salah satu tipe dari peta kendali. Berbeda dengan peta kendali \bar{X} Chart, peta kendali R chart memonitor dispersi atau variabilitas dari proses.^[9] Sedangkan peta kendali S digunakan untuk mengendalikan karakteristik kritis yang disebabkan oleh kesalahan sampling sangat besar.^[7]

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \tag{4}$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{n} \tag{5}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum x^2 - [(\sum x)^2/n]}{(n-1)}} \tag{6}$$

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{m} \tag{7}$$

$$\bar{S} = \frac{\sum S}{m} \tag{8}$$

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_3 \bar{S} \tag{9}$$

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_3 \bar{S} \tag{10}$$

$$UCL_R = D_4 \bar{R} \tag{11}$$

$$LCL_R = D_3 \bar{R} \tag{12}$$

$$UCL_S = B_4 \bar{S} \tag{13}$$

$$LCL_S = B_3 \bar{S} \tag{14}$$

Dimana :

- : nilai dari variabel yang diukur
- \bar{x} : rata-rata setiap sample group
- \bar{R} : rata – rata rentang dari subgroup
- S : standard deviasi dari subgroup
- $\bar{\bar{x}}$: mean dari rata-rata subgroup atau titik tengah dari control chart x-bar
- : rata-rata dari standar deviasi subgroup atau titik tengah dari control chart R
- : ukuran sample group
- : jumlah dari subgroup
- UCL: upper control limit x chart
- LCL: Lower control limit x chart
- UCLR: upper control limit R chart

LCLR : Lower control limit R chart

UCL: upper control limit S chart

LCL: Lower control limit S chart

A₃ : ukuran sample

D₃, D₄ B₃, B₄ : berbagai nilai n

Capability Process Index (Cp) digunakan untuk mengukur sejauh mana proses output nilai spesifikasi mutu target yang diharapkan. Nilai Cpk yang lebih tinggi menunjukkan bahwa proses output itu semakin dekat dengan nilai spesifikasi mutu target yang diharapkan. Yang juga berarti bahwa tingkat kegagalan kearah penurunan target dari proses adalah nol (zero defect oriented).^[7]

$$Cp = \frac{(USL - LSL)}{6\sigma} \tag{15}$$

$$Cpk = \min \left\{ \frac{USL - \mu}{3\sigma} \text{ dan } \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \right\} \tag{16}$$

Dimana :

$$Cp \geq 2.00$$

Proses ini dinilai mampu dan kompetitif.

$$1.00 \leq Cp \leq 1.99$$

Proses ini dianggap cukup mampu, tetapi perlu upaya yang kuat untuk meningkatkan kualitas.

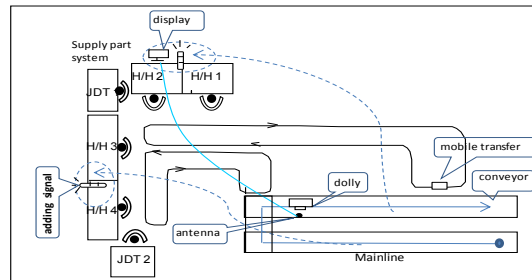
$$Cp < 1.00$$

Proses ini dianggap tidak mampu dan kompetitif

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Gambaran Sistem Sinyal Informasi untuk Operator Supply Part

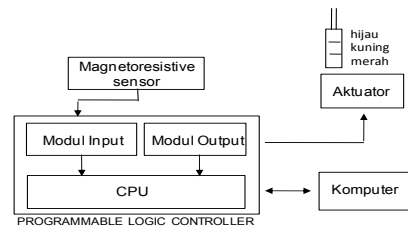
Berikut ini akan ditampilkan mengenai gambaran umum dari sinyal informasi untuk operator supply part. Pada gambar 4 ditunjukkan denah dari mainline dan supply part kedua area ini memiliki karakter yang berbeda, mainline sudah menggunakan konveyor sedangkan supply part manual dengan operator namun bekerja saling berkaitan.



Gambar. 4. Penambahan sinyal informasi di area supply part

Kerja dari sistem sinyal informasi kepada operator supply part ini adalah menghubungkan siklus kerja antara operator di mainline (automatic line) dan supply part (manual line). Dimana input yang digunakan adalah jarak, posisi mesin pada konveyor yang merupakan sinyal keluaran dari magnetoresistive sensor. Sedangkan keluaran dari sinyal informasi untuk operator ini berupa 3 warna indikator nyala lampu dan dikontrol dengan menggunakan PLC.

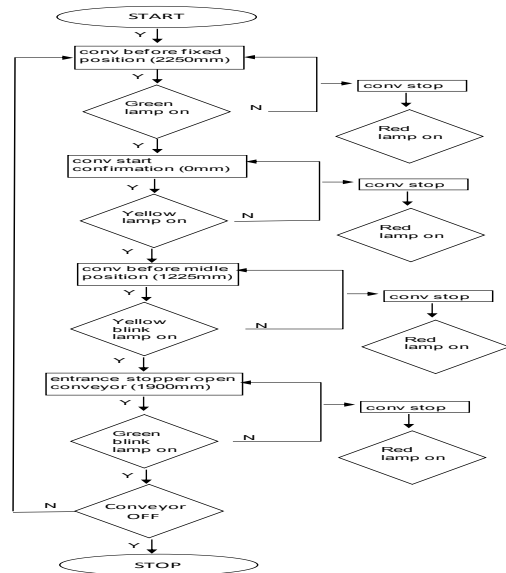
Perancangan sistem sinyal informasi kepada operator supply part berbasis PLC dapat dilihat pada diagram blok dibawah ini:



Gambar. 5. Diagram blok sistem

Magnetoresistive sensor berfungsi untuk mendeteksi pergerakan konveyor *mainline*. Kemudian sinyal informasi keluaran sensor ini akan dikirim ke PLC. Oleh PLC sinyal informasi ini akan diproses sebagai input. Selanjutnya akan diproses untuk menjadi sinyal keluaran kepada operator *supply part* berdasarkan logika yang diberikan kepada PLC. Logika atau program dimasukkan kedalam CPU PLC menggunakan komputer..

Diagram alir sistem ini akan menjelaskan lebih rinci mengenai sistem sinyal informasi yang dibuat.



Gambar. 6. Diagram alir sistem

Dari diagram alir diatas dapat dilihat bagaimana hubungan antara nyala lampu sebagai sinyal untuk operator *supply part* dengan posisi mesin pada konveyor yang menggambarkan siklus kerja operator *mainline*. Hubungan antara posisi mesin pada konveyor dengan nyala lampu dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

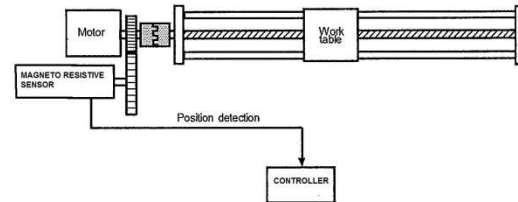


Gambar. 7. Hubungan antara posisi mesin pada konveyor dan nyala lampu

B. Perancangan *Hardware* Sistem Sinyal Informasi untuk Operator *Supply Part*

Untuk merancang sistem sinyal informasi kepada operator *supply part* maka digunakan beberapa hardware yang terdiri dari: magnetoresistive sensor sebagai input, lampu sebagai actuator dan PLC TOYOPUC PC 3J Series sebagai alat kontrol.

Magnetoresistive sensor merupakan salah satu jenis sensor posisi melalui perubahan resistansi magnet maka jarak dapat ditentukan



Gambar. 8. Prinsip kerja magnetoresistive sensor

Magnetoresistive sensor digunakan untuk mendeteksi posisi mesin pada konveyor. Peletakan sensor ini berada pada shaft konveyor. Perputaran dari shaft akan diterjemahkan sebagai jarak. Jarak ini merupakan posisi mesin pada konveyor.

Komponen utama yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah PLC TOYOPUC PC3J Series Sistem bekerja dengan 5 kondisi.yaitu lampu hijau, kuning, kuning berkedip, hijau berkedip dan merah. Bagaimana kerja sistem dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 6. Kerja sistem kondisi lampu menyala

Alamat	Hijau	Kuning	Kuning kedip	Hijau kedip	Merah				
X050	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X053	1	0	0	0	0	1	0	0	0
X051	0	1	0	0	0	0	1	0	0
X054	0	0	1	0	0	0	0	1	0
X05A	0	0	0	1	0	0	0	0	1
M030	1	0	0	0	0	1	0	0	0
M037	1	0	0	0	0	1	0	0	0
M031	0	1	0	0	0	0	1	0	0
M032	0	0	1	0	0	0	0	1	0
M033	0	0	0	1	0	0	0	0	1
M034	0	0	1	0	0	0	0	1	0
M035	0	0	0	1	0	0	0	0	1
M036	0	0	0	0	0	1	1	1	1
M080	1	1	1	1	1	0	0	0	0
T01A	0	0	0	1	0	0	0	0	1
V073	0	0	1	1	0	0	0	1	1
Y3B2	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Y3B3	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Y3B6	0	0	0	0	1	1	1	1	1

C. Software

Untuk memasukkan program kedalam PLC digunakan komputer.Komputer dan PLC dihubungkan dengan menggunakan kabel serial. Dimana salah satu ujung kabel dihubungkan dengan port serial pada komputer dan ujung yang lain dihubungkan dengan adapter PLC TOYOPUC PC 3J Series.Program yang digunakan pada PLC ini berupa diagram ladder.

D. Rancangan Pra-Eksperimental : *Pretest And Posttest Design*

Pretest dan posttest design digunakan untuk membandingkan data waktu line stop yang diperoleh dari departemen produksi dari sebelum dilakukan penambahan sinyal informasi pada bulan September 2012 hingga Oktober

2012 dan sesudah penambahan sinyal informasi pada bulan November 2012.

Tabel 7.
Grouppretest and posttest design

Sampel Eksperimental	Pengukuran Awal	Perlakuan	Pengukuran Akhir
Data linestop per bulan	September =T1s	X	November =T2n
	Oktober =T1o	X	November =T2n

Hasil dari tabel diatas juga akan diubah menjadi grafik untuk melihat perubahan hasil setelah dilakukan perlakuan (*treatment*) apakah ada penurunan waktu linestop yang signifikan atau tidak.

E. Mengevaluasi Performa Proses di Area Supply Part Menggunakan Metode SPC (Statistical Process Control)

Teknik yang digunakan untuk melakukan evaluasi terhadap performa dari proses di area *supply part* setelah penambahan sinyal informasi adalah dengan menggunakan metode SPC (*Statistical Process Control*). Pada tugas akhir ini menggunakan peta kendali variabel. Variabel yang digunakan adalah waktu dari siklus kerja operator di area *supply part*

IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian PLC

Pengujian PLC dilakukan untuk mengetahui apakah penambahan sinyal informasi kepada operator *supply part* sudah menghasilkan informasi yang benar atau tidak. Pengujian yang dilakukan terdiri dari dua jenis yaitu : pertama pengujian mengenai input dan output PLC yang kedua adalah pengujian *software* PLC.

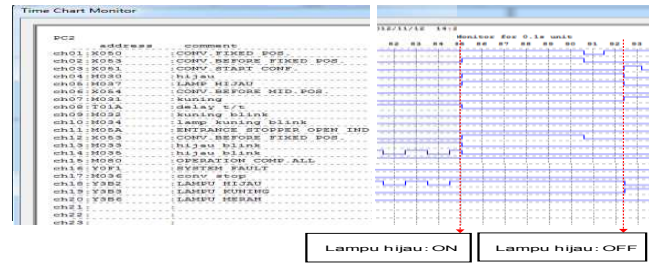
Hasil dari pengujian input dan output PLC dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 8.
Hasil pengujian input dan output PLC

No	Input	Output	
	Jarak	Indikator	Durasi
1	1900mm - 2250 mm	Hijau	8 detik
2	2250 mm - 0 mm	Kuning	38 detik
3	0mm - 1225 mm	Kuning berkedip	36 detik
4	1225mm -1900 mm	Hijau berkedip	6 detik
Jumlah			88 detik

Dari tabel diatas terlihat bahwa antara input dengan output yang diberikan oleh PLC sudah memberikan informasi yang benar kepada operator di area *supply part* dan sinkron dengan *mainline*. Hal ini dapat dilihat melalui durasi dari nyala lampu sebesar 88 detik.

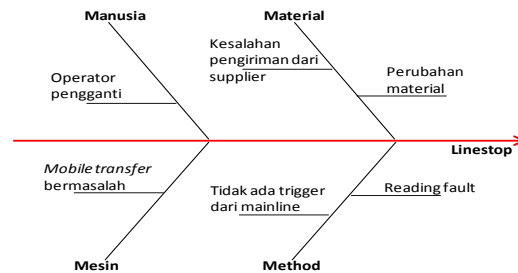
Pengujian *Software* PLC ini dilakukan dalam 4 kondisi yaitu pada saat lampu hijau menyala, lampu kuning menyala, lampu kuning berkedip-kedip menyala dan yang terakhir pada saat lampu hijau berkedip-kedip menyala. Pengujian PLC ini dilakukan dengan mengamati prosesalambat dari PLC sedang bekerja *on* atau *off*.



Gambar. 9. Time chart monitor kondisi lampu hijau
Time chart monitoring menampilkan kerja *on* maupun *off* dari setiap alamat PLC. Hasil dari pengujian ini pada setiap kondisi lampumenghasilkan bahwa aksi PLC sudah bekerja sesuai dengan program yang dibuat

B. Hasil Rancangan Pra-Eksperimental

Dari data line stop yang dikumpulkan sekaligus observasi yang dilakukan maka dihasilkan diagram tulang ikan dari waktu *line stop* yang ditunjukkan melalui gambar dibawah ini:



Gambar. 10. Diagram tulang ikan waktu *line stop* supply part

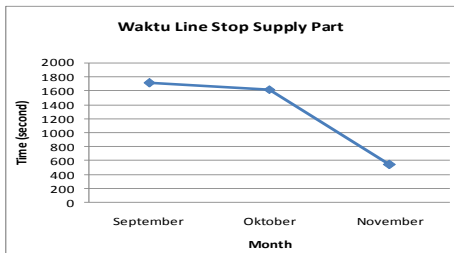
Dari keempat faktor tersebut sinyal informasi untuk operator *supply part* dapat mengurangi waktu *line stop* yang disebabkan oleh faktor metode. Dimana keberadaan sinyal informasi ini dapat menghubungkan waktu kerja operator *mainline* (*automatic line*) dan *supply part* (*manual line*). Untuk melihat perbandingan waktu *line stop* sebelum dan sesudah adanya penambahan sinyal informasi dapat dilihat melalui tabel *grouppretest and posttest design* dibawah ini :

Tabel 9.
GroupPretest and Posttest Design Data Waktu Line Stop per-Bulan

Sampel Eksperimental	Pengukuran Awal (detik)	Perlakuan	Pengukuran Akhir (detik)
Data linestop per bulan	T1s = 1710	X	T2n = 540
	T1o = 1620	X	T2n = 540

Dari tabel diatas dapat dilihat perbandingan lama waktu *line stop* setelah dilakukan perlakuan berupa perancangan sinyal informasi untuk waktu kerja operator. Tabel diatas menampilkan bahwa terdapat perbedaan lama waktu *line stop* sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan berupa penambahan sinyal informasi waktu kerja untuk operator di area *supply part*.

Pengurangan waktu *line stop* setelah dilakukan penambahan sinyal informasi dapat dilihat melalui grafik dibawah ini :



Gambar. 11. Grafik waktu *line stop* di area *supply part*

Dari grafik diatas lama waktu *line stop* setelah penambahan sinyal informasi, pada bulan November menjadi berkurang. Pengurangan waktu *line stop* pada bulan November jika dibandingkan dengan bulan September berkurang sebesar 1170 detik atau setara dengan 52%. Jika dibandingkan dengan bulan Oktober berkurang sebesar 1080 detik atau setara dengan 50%.

C. Hasil Evaluasi Performa Proses di Area Supply Part Menggunakan Metode SPC (Statistical Process Control)

Untuk melakukan evaluasi terhadap performa proses sebelum dan setelah dilakukan penambahan sinyal informasi di area *supply part* digunakan analisa dengan metode statistik. Data yang digunakan adalah data siklus kerja operator *supply part* yang dikumpulkan pada minggu ketiga bulan September, minggu pertama dan ketiga bulan Oktober untuk data sebelum dilakukan penambahan sinyal informasi. Kemudian minggu pertama dan ketiga pada bulan November untuk data setelah dilakukan penambahan sinyal informasi.

Dari data mengenai siklus kerja operator kemudian dibuat peta kendali variabel yang berupa *X-bar chart*, *R chart* dan *S chart* untuk mengetahui apakah proses berada dalam batas kontrol atau tidak. Kemudian dilakukan juga perhitungan nilai Cp untuk melihat kapabilitas dari proses. Hasil dari evaluasi ini dapat dilihat pada tabel dibawah

Tabel 10.

Hasil evaluasi performa proses

No	Bulan	Minggu ke	Jumlah Data Diluar Batas Kendali						Cp	Cpk
			X-bar chart		R chart		S chart			
			UCL	LCL	UCL	LCL	UCL	LCL		
1	September	3	3	0	3	2	3	2	0.48	0.14
2	Oktober	1	5	4	6	6	6	10	0.38	0.55
3		3	4	3	4	3	4	10	0.43	0.84
4	November	1	2	0	2	0	2	0	0.58	1.16
5		3	0	0	0	0	0	0	1.09	0.83

hasil dari evaluasi performa proses setelah dilakukan penambahan sinyal informasi kepada operator *supply part* adalah baik. Ditunjukkan melalui tidak ada data yang berada diluar batas kendali pada minggu ketiga bulan November dan kapabilitas proses yang semakin meningkat ditunjukkan melalui peningkatan nilai Cp jika dibandingkan dengan sebelum adanya penambahan sinyal informasi.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Hasil pengujian dan pengamatan proses di area *supply part* setelah adanya sinyal informasi ini maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Sinkronisasi waktu kerja operator berhasil dilakukan sesuai standar kerja operator dan sinkron dengan waktu kerja operator *mainline* yaitu selama 88 detik.
2. Setelah dilakukan sinkronisasi waktu *line stop* dalam dua bulan terakhir berkurang sebesar 1080 detik dan 1170 detik. Selain itu didapatkan pula :
 - Hasil peta kendali waktu kerja operator mengalami kemajuan jika dilihat dari penurunan nilai rata-rata dan simpangan baku waktu kerja operator dalam tiap siklusnya pada minggu ketiga November menjadi 87.25 dan 0.91
 - Hasil evaluasi dari performa proses setelah penambahan sinyal informasi menunjukkan tidak ada data diluar batas kontrol dan kenaikan nilai kapabilitas proses, pada minggu ketiga November nilai Cp sebesar 1.09

B. Saran

Area *supply part* yang sebelumnya dilakukan secara manual dilakukan otomatis dilengkapi dengan konveyor seperti di *mainline*. Kelebihan dari penggunaan konveyor ini akan memberikan waktu kerja untuk operator tepat 88 detik.

VI. UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada seluruh dosen dan staff pengajar jurusan Teknik Fisika, serta seluruh teman-teman F44 Teknik Fisika dan seluruh pihak yang telah membantu dalam Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kurniawan Deni, Away Yuwaldi. 2006. *Teknik Kendali Adaptif Berbasis Programmable Logic Controller Pada Lampu Lalu Lintas*. Universitas Syiah Kuala : Jurusan Teknik Elektro
- [2] Kittelson. 2008. *Traffic Signal Timing Manual*. U.S Department of Transportation
- [3] JTEKT Corporation. 2008. *Operation Manual TOYOPUC PC3JG*. Higashi Karya Plant
- [4] Jack Hugh. 2005. *Automating Manufacturing Systems With PLCs*. GNU Free Documentation
- [5] Mason. 2003. *Basic Introduction to the Use of Magneto resistive Sensor*. ZETEX
- [6] Suryabrata Sumadi. 2003. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada
- [7] Ilmi Intan Alifiyah. 2010. *Analisis Efisiensi Sitem Pembakaran Pada Boiler Di PLTU Unit III PT.PJB UP Gresik Dengan Metode Statistical Process Control (SPC)*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember :Jurusan Teknik Fisika
- [8] Octavia Tanti, Cenderakiawan Joni. 2007. *Studi Tentang Peta kendali \bar{X} Tunggal sebagai Pengganti Peta Kendali \bar{X} dan S*. Universitas Kristen Petra :Jurusan Teknik Industri
- [9] Wiley, 2009. *Statistical Quality Control*, <URL: <http://www.wiley.com/college/sc/reid/chap6.pdf>>.