

PENGGUNAAN PC SEBAGAI SISTEM MONITORING MESIN DAUR ULANG PLASTIK BEKAS DENGAN PLC SEBAGAI KONTROL OTOMATIS

Agung Warsito, Susatyo Handoko
Jurusan Teknik Elektro – Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedharto, SH, Tembalang, Semarang

Abstrak

Pada dunia industri dan otomatisasi, kebutuhan akan sistem dan kontroler yang baik, efektif dan efisien adalah suatu keharusan. Sebagai suatu kontroler PLC dapat memberikan solusi yang diinginkan. PLC memiliki kelebihan, diantaranya dapat diprogram, mudah diprogram, program dapat diubah-ubah, sederhana dalam wiring, kompak, lebih kuat terhadap kondisi lingkungan dan mudah dalam troubleshooting.

Dalam penelitian ini, PLC digunakan sebagai kontroler pada sistem mesin daur ulang plastik bekas. Dimana nantinya akan menghasilkan biji plastik dengan proses produksi menggunakan auto loader sebagai pengisian bahan baku secara otomatis, heater untuk melelehkan bahan, screw untuk membawa bahan dari heater ke *nozzle*, pompa membuat sirkulasi air tetap terjaga suhunya dan penarik, menarik tali plastik untuk dipotong. Borland Delphi 6.0 digunakan sebagai sistem monitoring, yang dapat mengontrol dan memonitor sistem kerja mesin daur ulang secara real time.

Dari pembuatan dan analisa didapat hasil bahwa dengan menggunakan kontrol automasi akan mempermudah operator untuk memonitoring sistem kerja mesin secara real time. Delphi dapat berkomunikasi dengan baik pada PLC sebagai pembuatan visual simulasi mesin.

Kata kunci : Mesin daur ulang, *Programmable Logic Controller*, Delphi

1. PENDAHULUAN

Pemakaian sistem kontrol otomatis di industri saat ini merupakan kebutuhan yang sangat utama untuk menjaga proses produksi agar berjalan seperti yang direncanakan. Dengan tidak adanya gangguan selama proses produksi maka hasil yang diperoleh akan menghasilkan produk yang berkualitas baik.

Pemakaian sistem kontrol secara manual atau konvensional banyak mengalami gangguan dan mempunyai banyak kelemahan, antara lain : sulitnya perawatan, pengawatan banyak, sulit menentukan kesalahan pada sistem, modifikasi membutuhkan waktu yang lama dan sebagainya. Karena hal tersebut membuat pemakaian sistem kontrol beralih pada sistem otomatisasi dengan menggunakan *Programmable Logic Controllers* (PLC). PLC mempunyai beberapa kelebihan, antara lain : mudah diprogram, program dapat diubah-ubah, sederhana dalam wiring, kompak, lebih kuat terhadap kondisi lingkungan dan mudah dalam *troubleshooting*.

Untuk menjaga kualitas produksi, maka operator dituntut untuk selalu melakukan pemantauan (*monitoring*) status peralatan proses produksi. Walaupun sudah menggunakan PLC, tetapi hal tersebut mutlak dilakukan. Karena tidak adanya sistem *monitoring* yang dapat bekerja secara bersamaan dengan PLC.

Karena alasan diatas, penulis mengaplikasikan *Borland Delphi 6.0* sebagai sistem monitoring pada kontrol otomatis yang menggunakan PLC. Model aplikasi untuk sistem *monitoring* dalam penelitian ini adalah mesin daur ulang plastik bekas menjadi biji

plastik di PT. Dieng Djaya yang mengolah plastik bekas penutup media tanam di daur ulang menjadi biji plastik.

2. PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)

Konsep dari PLC adalah sebagai berikut :

Programmable

Menunjukkan kemampuan PLC yang dapat dengan mudah diubah-ubah konfigurasinya sesuai program yang diinginkan.

Logic

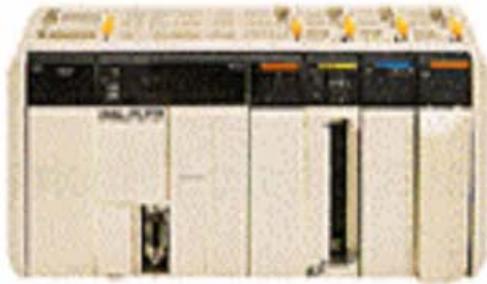
Menunjukkan kemampuan PLC dalam memroses masukan (*input*) secara aritmatik yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, dan mengurangi.

Controller

Menunjukkan kemampuan PLC dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan keluaran (*output*) yang diinginkan.

PLC adalah suatu perangkat yang dapat di program dengan mudah untuk mengontrol peralatan dalam sistem yang akan dikontrol dalam bidang industri pengguna mesin otomatis dan proses secara otomatis. Pengontrolan dengan sistem elektromagnetik yang menggunakan relay - relay mempunyai banyak kelemahan. Diantaranya kontak – kontak relay yang mudah aus karena panas, terbakar atau hubung singkat membutuhkan biaya yang besar untuk instalasi, pemeliharaan dan modifikasi dari sistem yang telah dibuat. Dengan menggunakan PLC hal tersebut dapat diatasi, karena PLC

mengintegrasikan berbagai macam komponen yang berdiri sendiri menjadi suatu sistem kendali terpadu dan dengan mudah dimodifikasi tanpa mengganti semua instrument yang ada. PLC yang digunakan dalam penelitian ini adalah PLC Sysmac CQM1, produk Omron ini dapat dilihat pada gambar 1.



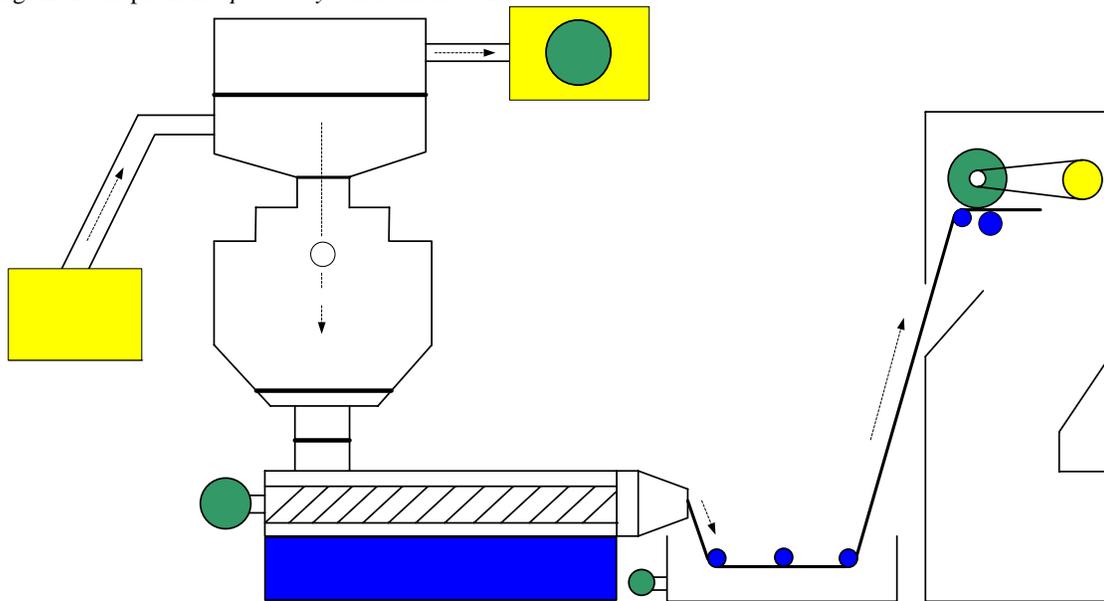
Gambar 1 PLC Sysmac CQM1 CPU 21

3. PRINSIP KERJA MESIN DAUR ULANG

Dari gambar 2 di bawah dapat dijelaskan prinsip kerja mesin daur ulang plastik adalah sebagai berikut, serpihan plastik pada penampung bahan akan masuk pada *auto loader* dengan cara disedot oleh blower. Jika pada *auto loader* tidak terdapat bahan yang mencukupi maka *proximity* akan mendeteksi

keadaan tersebut sehingga *blower* akan bekerja untuk menarik bahan dari penampung masuk pada *auto loader*. Demikian juga jika terjadi keadaan sebaliknya, *proximity* akan menghentikan *blower* untuk menyedot bahan jika pada *auto loader* sudah terdapat bahan yang mencukupi untuk berproduksi. Bahan dari *auto loader* jatuh pada screw yang akan membawa bahan melewati heater (heater 1 dan heater 2). Di dalam heater bahan tersebut dipanaskan sehingga meleleh dan berubah bentuk menjadi bubur plastik. Bubur plastik tersebut didorong screw keluar melewati lubang-lubang pada nozzle yang ada pada heater 2.

Bubur plastik yang keluar akan jatuh pada pendingin dan mengeras serta berubah menjadi semacam tali plastik. Pada pendingin terdapat pompa yang berfungsi membuat sirkulasi air, sehingga suhu air pada pendingin tetap terjaga dengan baik. Kemudian dengan sedikit bantuan operator tali plastik tersebut dimasukkan kedalam mesin penarik. Dengan putaran mesin penarik besar-kecilnya diameter tali plastik dapat diatur, semakin cepat putarannya maka diameter menjadi semakin kecil dan juga sebaliknya. Setelah ditarik maka tali plastik tersebut akan dipotong oleh pemotong yang dikopel dengan mesin penarik.



Gambar 2 Mesin Daur Ulang Plastik Bekas

4. PERANCANGAN APLIKASI PLC

4.1. Perancangan Hardware

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa mesin daur ulang memiliki beberapa bagian antara lain :

- | | |
|----------------|-------------------|
| 1. Blower | 7. Motor Screw |
| 2. Proximity | 8. Heater 1 |
| 3. Motor Screw | 9. Heater 2 |
| 4. Heater 1 | 10. Motor Pompa |
| 5. Blower | 11. Motor Penarik |
| 6. Proximity | |

Status kerja masing-masing bagian pada hardware akan diganti dengan lampu LED, jika bekerja menggunakan warna hijau dan merah untuk merepresentasikan gangguan. Dan ditambah beberapa tombol tekan maupun saklar untuk mengganti penggunaan proximity dan panel pada kontrolnya. Sehingga peralatan yang dibutuhkan untuk pembuatan hardware sebagai berikut :

1. LED warna hijau dan merah
2. Tombol tekan
3. Saklar
4. Power Supplay 2 A, 12 dan 24 V Dc
5. Pin serial untuk terminal input dan output pada hardware.
6. Kabel pelangi dan serabut secukupnya.

Untuk mensimulasikan keadaan gangguan maka digunakan tombol tekan, saklar digunakan untuk mengganti proximity dan kontrol pada mode manual. Selanjutnya dipisahkan antara Input dan Output pada mesin. Hal ini berguna untuk mempermudah dalam pembuatan kontrol menggunakan PLC.

Berikut ini daftar penggunaan tombol tekan sebagai simulasi pengganti gangguan:

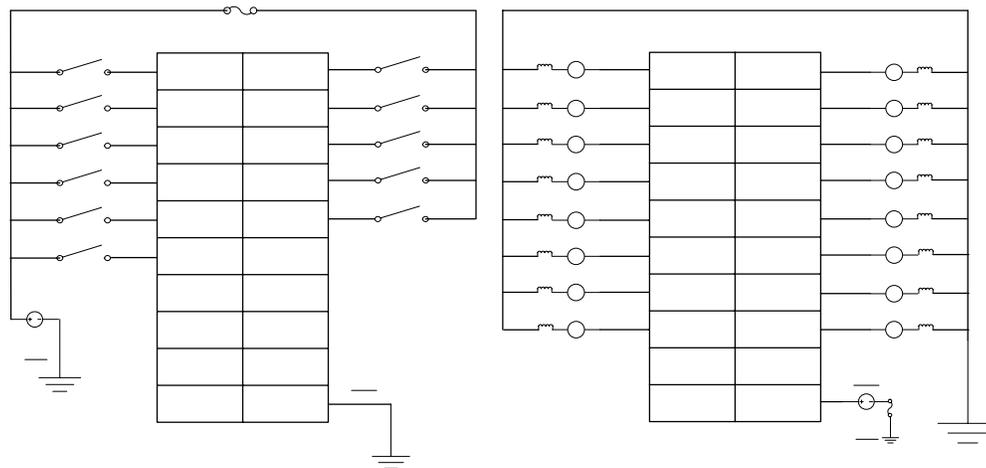
1. BLWF (simulasi gangguan pada blower)
2. MSCF (simulasi gangguan motor screw)
3. HF 1 (simulasi gangguan pada heater 1)
4. HF 2 (simulasi gangguan pada heater 2)
5. PMPF (simulasi gangguan pada motor pompa)

6. PRPF (simulasi gangguan pada motor penarik dan pemotong)

Tabel 1 Daftar Input dan Output Pada hardware

INPUT (24 V DC)		OUTPUT (12 V DC)	
1	Tombol <i>Start/Stop</i>	1	Indikator ON
2	<i>Reset</i>	2	<i>Reset</i>
3	<i>Proximity</i>	3	<i>Heater 2 ON</i>
4	<i>Manual</i>	4	<i>Manual-on</i>
5	<i>Auto</i>	5	<i>Heater 1 ON</i>
6	<i>Blower fault (BLWF)</i>	6	<i>Auto-on</i>
7	<i>Motor srew fault (MSCF)</i>	7	<i>Motor screw ON</i>
8	<i>Hater fault 2 (HF2)</i>	8	<i>Blower ON</i>
9	<i>Heater fault 1 (HF1)</i>	9	<i>Pompa ON</i>
10	<i>Pompa fault (PMPF)</i>	10	<i>Penarik pemotong ON</i>
11	<i>Penarik pemotong fault (PRPF)</i>	11	<i>BLWF ON</i>
		12	<i>HF 2 ON</i>
		13	<i>HF 1 ON</i>
		14	<i>MSCF ON</i>
		15	<i>PMPF ON</i>
		16	<i>PRPF ON</i>

Untuk wiring I/O pada PLC dapat dibuat sebagai berikut :

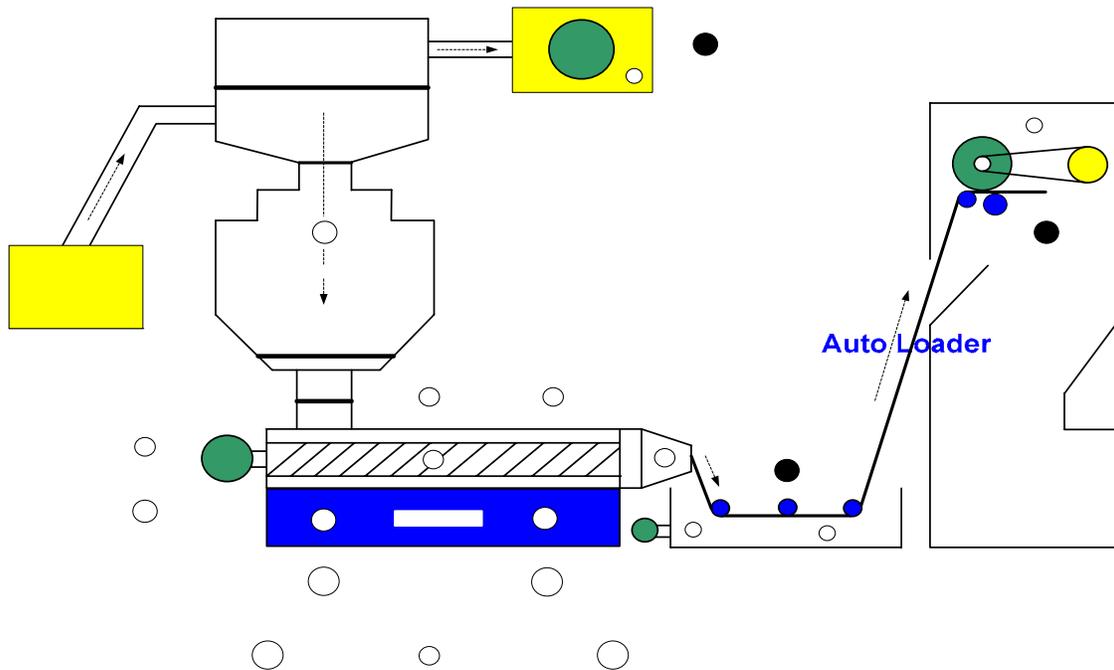


Gambar 3 Wiring pada Hardware

Dari gambar rangkaian wiring dapat dilihat perbedaan pengawatan antara input dengan output. Yang harus diperhatikan adalah hubungan dengan com port. Jika input com dihubungkan dengan *grounding/netral* dan pada output com dihubungkan dengan sumber 12 V dc. Apabila terbalik dapat mengakibatkan kerusakan pada PLC. Kemudian

semua input dihubungkan dengan sumber 24 V dc kecuali com, dan untuk output dihubungkan dengan netral. Tahanan untuk lampu led menggunakan 2 k ohm dan fuse 1 A

Setelah semua terangkai dan terpasang maka untuk tampilan hardware menjadi seperti gambar 4:



Gambar 4 Tampilan Hardware

BAHAN

Proximity

4.2. Pembuatan Kontrol PLC

Pada pembuatan kontrol ini menggunakan Syswin 3.4. Yang perlu diperhatikan dalam penulisan listing program adalah nomor untuk Input dan Output harus sama pada hardware dan jangan sampai terbalik atau tertukar, karena bila hal ini sampai terjadi dapat merusak proses kerja sistem. Dengan melihat daftar input dan output pada hardware dapat dibuat daftar pengalaman untuk input dan output pada PLC, sehingga penomorannya menjadi sama seperti diperlihatkan tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Pengalamat pada PLC

ALAMAT INPUT		ALAMAT OUTPUT	
0.00	Tombol Start/Stop	100.00	Indikator ON
0.01	Reset	100.01	Reset
0.02	Proximity	100.02	Heater 2 ON
0.03	Manual	100.03	Manual-on
0.04	Auto	100.04	Heater 1 ON
0.05	Blower fault (BLWF)	100.05	Auto-on
0.06	Motor srew fault (MSCF)	100.06	Motor screw ON
0.07	Hater fault 2 (HF2)	100.07	Blower ON

0.08	Heater fault 1 (HF1)	100.08	Pompa ON
0.09	Pompa fault (PMPF)	100.09	Penarik pemotong ON
0.10	Penarik pemotong fault (PRPF)	100.10	BLWF ON
		100.11	HF 2 ON
		100.12	HF 1 ON
	M	100.13	MSCF ON
		100.14	PMPF ON
		100.15	PRPF ON

Motor

Screw

HEATER

Dari tabel 2 dapat dibuat listing program juga menggunakan syswin 3.4. Pada listing program terdapat alamat untuk input atau output yang sama seperti pada tabel diatas, dan juga nama untuk tiap-tiap alamat tersebut sehingga memudahkan untuk mengecek bila terjadi kesalahan maupun perubahan pada program.

MSCF

TS 1

HF 2

5. PENGUJIAN DAN ANALISA

Setelah semua sistem terhubung dan PC telah berkomunikasi dengan PLC, maka ada dua mode yang bisa diakses oleh PC ke PLC yaitu :

- Mode Auto
 - Mode Manual
- ON**

5.1. Mode Auto

Dengan menekan tombol *auto* maka proses dalam kondisi kontrol otomatis dengan menggunakan PLC. Untuk memulai proses dengan menekan tombol start / stop . Saat tombol start pada mesin ditekan maka *heater* 1 dan 2 akan ON sampai pemanasan sesuai dengan suhu yang telah ditentukan pada *thermo control* 1 dan 2 (pada H1 simulasi = 20 detik dan H2 = 40 detik) kemudian setelah *heater* 2 mencapai suhu yang ditentukan maka secara bersamaan *motor screw*, pompa dan penarik akan ON. *Proximity* akan mendeteksi keberadaan bahan pada *auto loader*, jika isi bahan tidak memenuhi syarat maka akan memerintahkan *blower* untuk bekerja menyedot bahan dari penampung bahan kedalam *auto loader*. Jika sudah sampai pada ketinggian bahan yang ditentukan pada *auto loader* maka *proximity* akan membuat *blower* berhenti, proses ini bekerja secara kontinyu.



Gambar 5 Tampilan Mode auto

Bahan yang berupa serpihan plastik pada *auto loader* bergerak melewati *heater* dengan bantuan *screw* dan akan meleleh dan terus bergerak hingga mencapai ujung *nozzle* dan jatuh pada bak air sebagai pendingin. Pompa bekerja membuat sirkulasi air dengan tujuan untuk menjaga temperatur air sebagai pendingin. Dengan bantuan operator lelehan bubur plastik yang sudah agak keras dimasukkan pada mesin penarik. Dengan ditarik maka bahan berubah menjadi tali plastik yang kemudian dipotong oleh pisau pemotong yang dikopel dengan penarik menjadi biji plastik. *Counter* pada motor penarik menghitung hasil produksi yang diperoleh.

Saat tombol start ditekan sekali lagi maka mesin daur ulang akan berhenti, yang berubah menjadi tombol stop. Tombol stop juga berfungsi sebagai tombol emergency jika proses kerja mesin membahayakan operator.

Jika mesin mengalami gangguan maka akan memberikan sinyal gangguan pada visualisasi sehingga operator dengan mudah dan cepat mengetahui lokasi gangguan. Setelah gangguan diperbaiki maka operator cukup menekan tombol reset untuk mengembalikan proses kerja mesin pada keadaan sebelum adanya gangguan, tanpa harus mematikan seluruh proses kerja.

Pada mode ini semua kontrol pengoperasian seperti pengambilan sampling data, mencetak grafik dari sampling data atau informasi gangguan berada pada satu layar visualisasi yang memudahkan operator untuk memonitoring peralatan *real time*.

5.1.1. Simulasi Gangguan

Pada simulasi mesin daur ulang telah dibuat beberapa tombol untuk mensimulasikan gangguan pada kondisi yang sebenarnya atau *fault simulator* pada masing-masing peralatan, yaitu : *heater* (HF1 dan HF2), *motor screw* (MSCF) dan *motor blower* (BLWF), pompa (PMPF) dan penarik (PRPF). Dengan menekan tombol tersebut maka akan mensimulasikan gangguan – gangguan yang mungkin bisa terjadi pada proses kerja mesin.

Gangguan Pada Blower

Jika pada saat mesin daur ulang plastik bekas beroperasi dan *blower* mengalami gangguan, seperti *over current*, *under voltage*, *short circuit* dan sebagainya. Kondisi tersebut dapat di simulasikan dengan menekan tombol BLWF, dengan menyalnya lampu indikator BLWF (pada visualisasi berganti warna menjadi merah dan berkedip) maka blower akan berhenti bekerja. Untuk mengembalikan pada keadaan semula sebelum gangguan, maka tekan tombol reset.

Gangguan Pada Motor Screw

Pada saat mesin daur ulang plastik bekas beroperasi dan *motor screw* mengalami gangguan, seperti *over current*, *under voltage*, *short circuit* dan sebagainya. Kondisi tersebut dapat di simulasikan dengan menekan tombol MSCF, dengan menyalnya lampu indikator MSCF (pada visualisasi berganti warna menjadi merah dan berkedip) maka *screw* akan berhenti bekerja. Untuk mengembalikan pada keadaan semula sebelum gangguan, maka tekan tombol reset.

Gangguan Pada Heater (Heater 1 atau 2)

Saat mesin beroperasi normal dan *heater* mengalami gangguan baik *heater* 1 maupun 2 maka HF 1 akan menyala untuk heater 1 demikian juga keadaan jika HF2 menyala maka *heater* 2 akan off. Dengan adanya hal tersebut akan membuat *motor screw* ikut berhenti bekerja (tetapi tidak memberikan sinyal gangguan), dikarenakan jika *heater* off akan membuat bahan menjadi dingin dan keras. Kalau *screw* tetap bekerja dapat merusak *screw* dengan resiko patah. Untuk menghindari hal tersebut maka dibuatlah konfigurasi kerja dalam keadaan gangguan seperti contoh diatas. Setelah diperbaiki maka tekan

tombol reset, untuk mengembalikan pada keadaan semula sebelum mengalami gangguan.

Gangguan Akibat Kerja Pompa

Jika pada saat mesin beroperasi normal dan kemudian pompa mengalami gangguan, dapat dianalogikan dengan simulasi menekan tombol PMPF, maka pompa akan OFF dan indikator PMPF akan menyala. Untuk mengembalikan keadaan semula maka ditekan tombol reset.

Gangguan Pada Motor Penarik

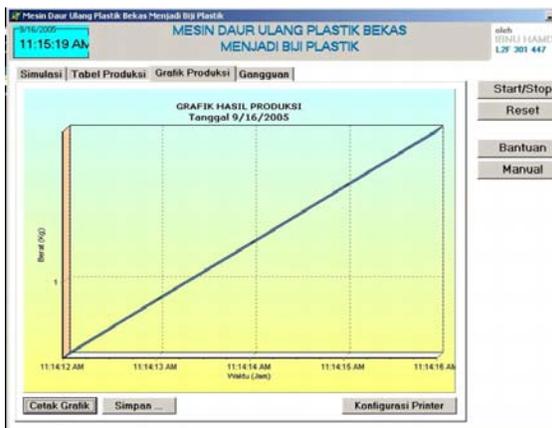
Pada saat mesin beroperasi normal dan kemudian penarik mengalami gangguan, dapat dianalogikan dengan simulasi menekan tombol PRPF, maka penarik OFF dan indikator PRPF akan menyala. Dengan matinya penarik membuat screw akan berhenti bekerja. Untuk mengembalikan pada keadaan semula ditekan tombol reset.

5.1.2 Pengambilan Sampling Data

Pengambilan sampling data tidak menggunakan fungsi counter pada PLC dikarenakan keterbatasan kapasitas I/O pada PLC yang digunakan (output sudah terpakai semua), sehingga diganti dengan menggunakan suatu nilai yang dimasukan pada program Delphi. Pada penggunaannya tiap 1 detik dihitung telah menghasilkan 0.3 Kg, tetapi bila menggunakan PLC dengan kapasitas I/O lebih banyak maka dapat menggunakan fungsi counter. Sehingga ketepatan dalam penghitungan hasil produksi lebih presisi.

Pengambilan sample hasil produksi dimaksudkan untuk mengetahui hasil rata-rata produksi dalam kurun waktu tertentu. Seperti pada gambar 6 dapat dilihat tiap detik beratnya bertambah sehingga membuat grafik semakin naik.

Jika maksimum data tidak diisi atau kosong, maka pengambilan sample data menjadi tidak terbatas sampai operator menekan tombol stop.



Gambar 6 Grafik Sampling Hasil Produksi

Waktu sampling dapat diubah sesuai kebutuhan untuk mengambil data. Dari hasil yang sudah

didapat, dapat dicetak dengan konfigurasi alat cetak yang tersedia. Untuk menyimpan tekan tombol simpan dan masukan dalam file yang sudah ditentukan. Apabila mesin mengalami gangguan atau off maka pengambilan sampling tetap berjalan, tetapi angka pada hasil produksi tetap pada nilai sebelum mengalami gangguan.

5.1.3 Informasi Gangguan

Dengan adanya sistem monitoring status kerja mesin secara real time, operator dengan mudah memantau proses kerja dari mesin daur ulang plastik bekas. Apakah berjalan dengan baik atau sedang mengalami suatu gangguan. Jika mesin mengalami gangguan maka operator mendapat informasi gangguan yang sedang terjadi dan penyebab dari gangguan tersebut dengan melihat tampilan visualisasi. Misalkan pada saat beroperasi ada gangguan pada *blower*, maka pada layar visualisasi akan nampak seperti gambar 7 berikut ini..



Gambar 7 Tampilan simulasi gangguan

No	Waktu	Jenis	Keterangan
1	9/16/2005 11:15:4...	Blower fault	GANGGUAN KARENA SHORT CIRCUIT

Gambar 8 Tampilan Informasi Gamgguan

Kemudian operator akan mendapatkan mengenai informasi gangguan seperti gambar 8 diatas.

Adanya informasi gangguan membuat pencarian dan perbaikan gangguan dapat dilakukan dengan cepat tanpa memerlukan waktu yang lama. Sehingga kerja operator menjadi efektif dan efisien.

5.2. Mode Manual

Mode ini untuk pengoperasian mesin daur ulang secara *manual*, baik bekerja secara bersamaan maupun sendiri – sendiri. Pada mode ini tidak terdapat kontrol pada layar visual, hal tersebut dikarenakan pada bit alamat yang sama tidak dapat dikontrol oleh dua perintah. Sehingga penggunaan kontrolnya terpisah dari layar visual dan tidak menggunakan PLC. Sehingga kemampuan untuk memonitoring secara *real time* tidak ada. Tapi kontrol untuk merubah dari mode *auto* ke *manual* bisa dilakukan pada PC, seperti ditunjukkan pada gambar 9 berikut ini.



Gambar 9 Tampilan Panel Kontrol Mode Manual

Untuk pengoperasiannya setelah menekan tombol manual maka semua operasi terbebas dari layar visual dan PLC dan dengan menekan saklar yang ada pada hardware dapat mengetahui kerja dari masing-masing bagian mesin daur ulang plastik bekas.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisa di atas dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Penggunaan PC sebagai sistem monitoring dari kerja mesin daur ulang secara *real time* bekerja sesuai keadaan sebenarnya. Hal ini akan menambah keunggulan dari PLC sebagai kontrol otomatis dan yang utama pencarian terhadap sumber gangguan sangat mudah ditemukan, sehingga waktu perbaikan menjadi semakin cepat.
2. Keuntungan sistem monitoring secara *real time* pada operator antara lain tidak memerlukan banyak operator dan kerja operator menjadi lebih ringan.
3. Program komunikasi pada penelitian ini memungkinkan PC dapat mengambil data hasil

produksi dalam rentang waktu tertentu untuk mengontrol dan menganalisa proses produksi.

4. Program visual yang dibuat dengan menggunakan *Delphi* untuk pengamatan dan pengontrolan serta pendeteksian kesalahan pada mesin daur ulang dapat bekerja sesuai dengan status peralatan saat bekerja.
5. Program komunikasi pada penelitian ini hanya untuk komunikasi sebuah PC dengan sebuah PLC

6.2. Saran

1. Menambahkan pemakaian kontrol *manual* pada tampilan visual agar panel kontrol menjadi lebih lengkap. Seperti jika memakai program visual dengan menggunakan *Intellution Fix 32*.
2. Menggunakan PLC dengan kapasitas I/O output diatas 16, sehingga dapat menggunakan fungsi counter pada proses pengambilan sampling data.
3. Menambahkan program sistem jaringan (*networking*), misalnya menggunakan modem agar dapat diakses lewat internet.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Abdul Kadir, *Dasar Pemrograman Delphi 5 Jilid 1 dan 2*, Andi, Yogyakarta, 2000
- [2]. Katsuhiko Ogata dan Edi Leksono, *Teknik Kontrol Automatik (Sistem Pengaturan) Jilid 1 dan 2*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1994.
- [3]. M. Budiyanto dan A. Wijaya, *Pengenalan Dasar – Dasar PLC (Programmable Logic Controller) Disertai Contoh Aplikasinya*, Gava Media, Yogyakarta, 2003
- [4]. MN. Sujatmoko, *Dasar-dasar Control Component dan Sysmac*, PT. OMRON Manufacturing of Indonesia, 2000.
- [5]. R. C. Holland B.Sc, M.Sc, *Kamus Bergambar Mikro Elektronika dan Mikrokomputer*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 1994.
- [6]. William J Moony, *Optoelectronic Device & Principles*, Prentice Hall Inc.
- [7]. Zuhail, *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*, PT. Gramedia, Jakarta, 1998.
- [8]. ____, *Micromaster Operating Instructions*, Siemens.
- [9]. ____, *Buku Panduan Training Plc Omron Tingkat Dasar*, Pancamanunggal
- [10]. ____, *SYSMAC C200H Programmable Controllers Programming Manual*, Omron, 1998.
- [11]. ____, *Programmable Logic Controller*, Festo Didactic, 1997
- [12]. ____, *A Beginner's Guide to PLC*, Omron, 1999.