

## ANALISIS MESIN FILLING MINYAK GORENG BERBASIS PLC MENGUNAKAN METODE PENAKAR DAN TIMER UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI

M. Angga Saputra<sup>1\*</sup>, Ahmad Syuhri<sup>2</sup>, Aris Zainul Muttaqin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

<sup>2</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

Email: \*mohammadangga8@gmail.com

### ABSTRACT

Sejak tahun 2006 Indonesia telah menjadi produsen minyak sawit (*Craude Palm Oil = CPO*) terbesar dunia. Selain itu minyak kelapa sawit merupakan komoditas strategis baik sebagai bahan pangan (minyak goreng). Kebutuhan minyak goreng sendiri setiap harinya semakin meningkat menyebabkan pebisnis yang terjun tidak hanya yang mempunyai modal besar, namun banyak juga dari kalangan UKM dan UMKM yang memulai bisnis pengemasan minyak goreng secara *home industry*. Pada *home industry* untuk pengemasan minyak goreng masih menggunakan metode manual yaitu mengalirkan minyak dari tangki penampungan ke kemasan melalui pipa yang diberi keran untuk membuka dan menutup. Penelitian ini mempelajari tentang mesin filling minyak goreng berbasis PLC menggunakan metode penakar dan timer untuk meningkatkan efisiensi, kecepatan pengisian, error sekecil mungkin dan untuk meningkatkan kapasitas produksi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa proses filling minyak goreng menggunakan metode penakar memiliki rata – rata sebesar 159,478 (g/dt) dengan rata – rata minyak yang dihasilkan 689,2 gram dengan tingkat error 0,23 %. Sedangkan metode timer memiliki rata – rata kecepatan pengisian sebesar 164,361 (g/dt) dengan rata – rata minyak yang dihasilkan 692,08 gram dengan error 0,336 %. Metode timer memiliki kecepatan pengisian lebih cepat dibandingkan dengan metode penakar, namun untuk tingkat error metode penakar lebih baik dibandingkan dengan metode timer. Hal ini disebabkan metode penakar menggunakan sensor rotary encoder pada saat pengisian maka waktu yang dibutuhkan untuk pengisian sedikit lama tapi dengan tingkat error yang kecil. Sedangkan metode timer menggunakan sensor timer yang ada pada PLC membuat pengisian langsung kedalam botol namun mempunyai error lebih besar dibandingkan menggunakan metode penakar. Untuk kapasitas mesin lebih baik menggunakan metode timer yang menghasilkan 5145 liter/hari sedangkan metode penakar hanya 4984 liter/hari. sedangkan untuk efisiensinya lebih baik metode penakar sebesar 99,68% dan metode timer 99,27%

*Keywords: Metode Timer, Metode Penakar, Mesin Filling Minyak Goreng dan PLC*

### PENDAHULUAN

Berdasarkan Direktorat Jenderal Perkebunan Indonesia industri kelapa sawit di Indonesia telah tumbuh secara signifikan dalam empat puluh tahun terakhir. Sejak tahun 2006 Indonesia telah menjadi produsen minyak sawit (*Crude Palm Oil = CPO*) terbesar di dunia. Bersama dengan Malaysia, Indonesia menguasai hampir 90% produksi minyak sawit dunia dan bahkan mampu memproduksi 16.050.000 ton mengungguli Malaysia yang hanya produksi CPO sebesar 15.881.000 ton (*MPOB for data on Malaysia*). Indonesia memiliki kebun kelapa sawit seluas 6.611.000 ha. Selain itu minyak kelapa sawit merupakan komoditas strategis baik sebagai bahan pangan (minyak goreng) maupun bahan bakar alternatif seperti biodiesel.

Kebutuhan minyak goreng didalam negeri setiap harinya semakin meningkat. Jumlah permintaan yang sangat banyak pada minyak goreng menyebabkan pebisnis yang terjun dalam

minyak goreng ini tidak hanya pebisnis yang mempunyai modal yang besar serta mempunyai kemampuan untuk membangun perusahaan manufaktur. Ternyata banyak juga pengusaha dari kalangan UKM dan UMKM yang memulai bisnis pembuatan minyak goreng secara *home industry*.

Pada industri rumah tangga (*home industry*) untuk pengemasan minyak goreng masih menggunakan metode manual yaitu mengalirkan minyak goreng dari tangki penampungan ke kemasan melalui pipa yang diberi keran untuk membuka dan menutup yang dilakukan secara manual oleh operator. Metode semacam ini sangatlah tidak efisien, karena setiap isi minyak goreng dalam botol tidak akurat dan tidak stabil karena disebabkan faktor operator jika pada waktu pengisian berat minyak lebih dari berat minyak yang ditetapkan operator harus mengurangi minyak goreng yang ada pada botol terlebih dahulu. Hal ini bisa mempengaruhi *cycle time* dan menurunkan hasil produksi.

Industri rumah tangga (*home industry*) pengemasan minyak goreng diperlukan suatu sistem produksi yang lebih canggih agar dapat memaksimalkan hasil produksi. Berbagai masalah yang ada dapat dijadikan implementasi dari ilmu dan teknologi salah satunya sistem otomatis yang berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*).

Penggunaan PLC pada berbagai sistem produksi telah meningkatkan hasil produksi secara signifikan. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Mallardhya (2013), Ia menggunakan metode timer pada PLC guna menentukan berat minyak yang diisikan ke botol. Prinsip kerjanya saat botol telah berada di posisi pengisian maka valve pada *nozzle* akan terbuka dan mengalirkan *fluida* cair ke dalam botol selama beberapa detik saat hingga penuh. lama pengisian inilah yang menjadi variable kontrol, Pada botol kecil waktu pengisian yang diperlukan tidaklah terlalu lama sedangkan pada botol yang lebih besar membutuhkan waktu pengisian yang lebih lama. Penelitian yang dilakukan Harki (2016), yang menggunakan metode penakar yang menunjukkan hasil lebih baik dari metode manual yaitu rata – rata pengisian 579.13 liter/jam dengan *error* 0.19% dari metode manual yang hanya sebesar 545.98 liter/jam dengan *error* 0.65%. Metode penakar memiliki kapasitas produksi lebih baik dengan metode manual dengan selisih 226 liter/hari.

Dari berbagai latar belakang yang sudah dipaparkan penulis mencoba mengangkat tentang Analisis Mesin *Filling* minyak Goreng Berbasis PLC Menggunakan Metode Penakar Dan *Timer* Untuk Meningkatkan Efisiensi. Dengan adanya sistem Kontrol ini diharapkan mempermudah, menambah kepresisian, keakurasian serta kecepatan pengisian dengan *error* sekecil mungkin pada setiap kemasan agar meningkatkan hasil produksi pengemasan minyak goreng dan meningkatkan efisiensi.

## METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu metode yang digunakan untuk menguji kinerja mesin *filling* minyak goreng berbasis PLC dengan membandingkan mana yang lebih baik menggunakan metode penakar atau *timer*.

Penelitian ini bertempat di Laboratorium Teknologi Mekatronika, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember. Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2017 sampai Agustus 2017. Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan pada penelitian:

- *Sensor Proximity*
- PLC
- *Limit swict*
- *Push Button*

- *Rotary Encoder*
  - *Selang PVC 1 incih*
  - *Counter*
  - *Solenoid Valve*
  - Pompa Listrik tipe B20-6
  - *Switch ON/OFF*
  - Motor Listrik tipe 4RJ20GB-A
2. Alat yang digunakan pada penelitian:
- Botol PET 1000 ml
  - *Sensor Value Timer*
  - Timbangan Digital

## Variabel Penelitian

Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang ditentukan oleh peneliti secara bebas. Variabel ini akan menjadikan patokan untuk mengetahui hasil dari penelitian. Variable bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah metode yang digunakan pada mesin *filling* minyak goreng yaitu meode penakar dan *timer*.

Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel dimana besarnya akan mengikuti besarnya variabel bebas sehingga tidak dapat ditentukan oleh peneliti. Variabel terikat: variabel terikat pada penelitian ini adalah hasil uji kinerja masing-masing metode berupa kecepatan pengisian, ketepatan pengisian, *error* yang terjadi, kapasitas produksi dan efisiensi..

## Tahap Penelitian dan Prosedur Pengujian

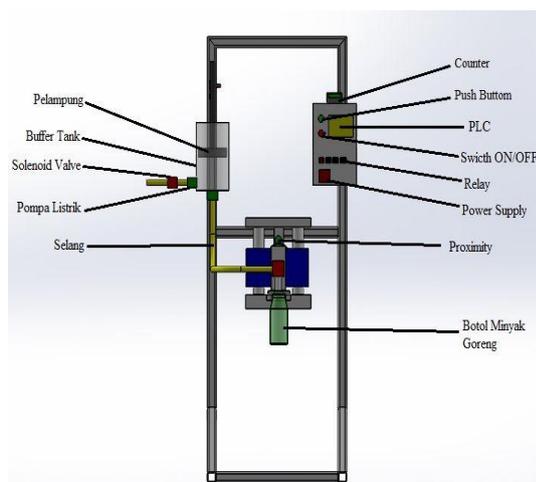
Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

- a. Membuat program *leader diagram* dengan beberapa tahapan antara lain:
- Membuat alur kerja mesin *filling* minyak goreng dengan metode penakar dan *timer*
  - Memetakan sensor ke input dan aktuator ke output PLC dengan apa yang diperlukan metode penakar dan *timer*.
  - Membuat program *leader diagram* metode penakar dan timer menggunakan software *zelio soft 2*.
  - Melakukan simulasi untuk mengetahui hasil program yang telah dibuat apa ada kesalahan pada alur kerja apa tidak.
  - Melakukan *dubuging* untuk memperbaiki program yang tidak sesuai.
  - Mendownload program yang sudah jadi ke PLC dengan menggunakan kabel downloader atau bisa langsung deprogram pada PLCnya langsung.
- b. Menguji kinerja mesin *filling* minyak goreng menggunakan metode penakar.
- Mengisi *buffer tank* dari tandon penampungan minyak goreng dengan menghidupkan pompa 2 dan *valve* 1 sampai minyak goreng memenuhi *buffer*

*tank* dan membuat pelampung naik yang akan mengenai *limit switch* yang mematikan pompa 2 dan menutupnya *valve* 1 mengindikasikan minyak goreng memenuhi *buffer tank* dan bertekanan maksimum.

- Letakkan botol pada tempat penahan botol dibawah *nozzle*.
- Tekan tombol *start* untuk memulai mengisi minyak goreng.
- Kecepatan pengisian botol di atur pada *counter* yang menghitung berapa banyaknya *rotary encoder* terbaca pada saat penurunan pelampung pada *buffer tank*.
- Catat waktu yang diperlukan mesin untuk mengisi botol kemasan minyak goreng mulai dari menekan tombol hingga *nozzle* berhenti mengisi botol dan terangkat naik.
- Timbang minyak goreng yang telah di isikan menggunakan timbangan digital untuk mengetahui tingkat *error*.
- Lakukan pengujian sebanyak 30 kali berturut-turut.

#### Skema Instalasi Penelitian



Gambar 1. Instalasi Penelitian metode penakar.

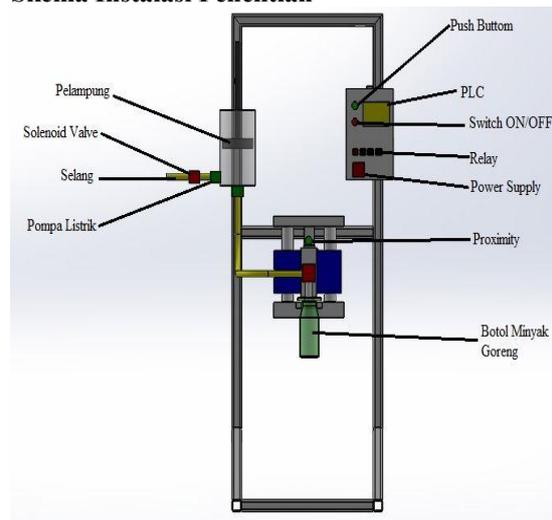
c. Setelah penujian dan pengambilan data menggunakan metode penakar selesai maka program metode *timer* yang sudah dibuat didownload ke PLC setelah itu lakukan beberapa langkah sebagai berikut:

- Mengisi *buffer tank* dari tandon penampungan minyak goreng dengan menghidupkan pompa 2 dan *valve* 1 sampai minyak goreng memenuhi *buffer tank* dan membuat pelampung naik yang akan mengenai *limit switch* yang mematikan pompa 2 dan menutupnya *valve* 1 mengindikasikan minyak goreng

memenuhi *buffer tank* dan bertekanan maksimum.

- Letakkan botol pada tempat penahan botol dibawah *nozzle*.
- Tekan tombol *start* untuk memulai mengisi minyak goreng.
- Kecepatan pengisian botol di atur dengan cara mengkalibrasi waktu dengan volume botol pada kemasan minyak goreng yang di setting pada program *leader diagram* terlebih dahulu.
- Catat waktu yang diperlukan mesin untuk mengisi botol kemasan minyak goreng mulai dari menekan tombol hingga *nozzle* berhenti mengisi botol dan terangkat naik.
- Timbang minyak goreng yang telah di isikan menggunakan timbangan digital untuk mengetahui tingkat *error*.
- Lakukan pengujian sebanyak 30 kali berturut-turut.

#### Skema Instalasi Penelitian



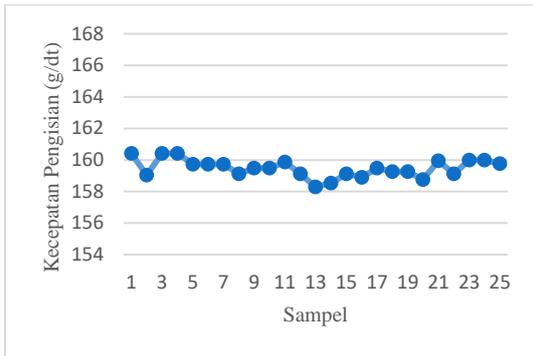
Gambar 2. Instalasi Penelitian metode *timer*.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengukuran Kecepatan Pengisian.

Pengukuran kecepatan pengisian bertujuan untuk mengetahui waktu yang diperlukan proses *filling* minyak goreng pada metode penakar dan *timer*. Kecepatan pengisian merupakan hasil dari waktu pengisian dikalikan berat minyak yang dihasilkan satu kali proses. Adapun penyebabnya diantaranya adalah metode yang digunakan pada proses *filling* minyak goreng. Kecepatan pengisian yang dihasilkan dipengaruhi oleh metode yang digunakan karena setiap metode berpengaruh pada bedanya waktu pengisian dan berat minyak yang dihasilkan dengan ketepatan yang berbeda setiap metode.

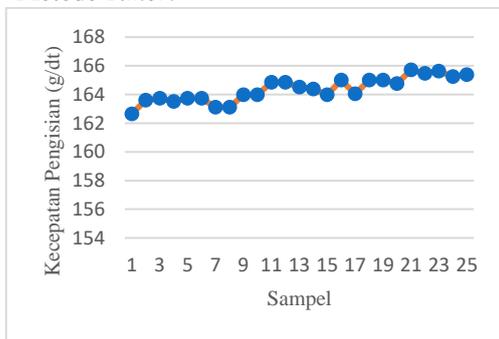
1. Pengukuran Kecepatan Pengisian Pada Metode Penakar.



Gambar 3. Grafik kecepatan pengisian metode penakar (g/dt).

Dari gambar 3 menunjukkan bahwa metode penakar mempunyai rata – rata waktu yang diperlukan untuk pengisian sebesar 4,322 detik dengan waktu pengisian tercepat sebesar 4.3 detik dan yang membutuhkan waktu paling lama sebesar 4,34 detik. Pada grafik dapat dilihat kecepatan pengisian terbesar sebesar 160,42 g/dt sedangkan yang terendah sebesar 158,29 g/dt dengan rata – rata kecepatan pengisian sebesar 159,478 g/dt.

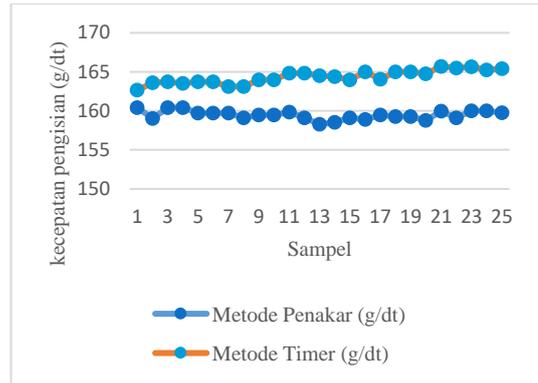
1. Pengukuran Kecepatan Pengisian Pada Metode *Timer*.



Gambar 4. Grafik kecepatan pengisian metode *timer* (g/dt).

Dari gambar 4 menunjukkan bahwa metode penakar mempunyai rata – rata waktu yang diperlukan untuk pengisian sebesar 4,211 detik dengan waktu pengisian tercepat sebesar 4.23 detik dan yang membutuhkan waktu paling lama sebesar 4,19 detik. Pada gambar 4.4 dapat dilihat kecepatan pengisian terbesar sebesar 165,71 g/dt sedangkan yang terendah sebesar 162,65 g/dt dengan rata – rata kecepatan pengisian sebesar 164,361 g/dt.

1. Perbandingan Kecepatan Pengisian Pada Metode Penakar Dan *Timer*.



Gambar 5. Grafik kecepatan pengisian metode penakar dan *timer*.

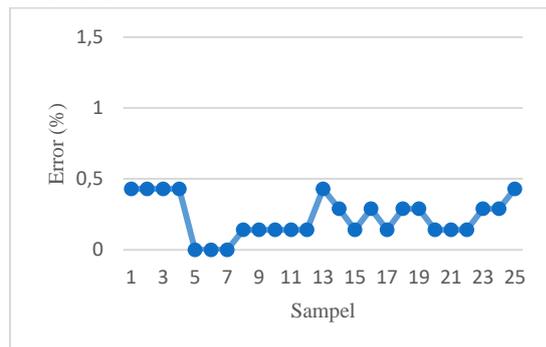
Gambar 5 menunjukkan nilai kecepatan pengisian maksimum pada metode penakar sebesar 160,42 gram/detik dan nilai minimum kecepatan pengisian sebesar 158,29 dan mempunyai rata – rata kecepatan pengisiannya adalah 159,478 gram/detik. Sedangkan pada metode timer menunjukkan nilai kecepatan pengisian maksimum sebesar 165,71 gram/detik dan nilai minimum kecepatan pengisian sebesar 162,65 gram/detik dengan rata – rata kecepatan pengisian sebesar 164,361 gram/detik.

Data dari grafik diatas menunjukkan perbedaan yang terjadi dikarenakan perbedaan cara kerja masing – masing metode, pada saat pengisian menggunakan metode timer minyak yang keluar dikontrol menggunakan sensor timer yang ada pada PLC untuk menentukan berat pada botol. Sedangkan metode penakar pada saat pengisian menggunakan sensor rotary encoder yang dihitung melalui counter sesuai value yang ditetapkan untuk menentukan berat pada botol. (Harki, 2016).

**Pengukuran Presentase Error (%)**

Pengukuran presentase error bertujuan untuk mengetahui tingkat error pada metode penakar dan metode timer.

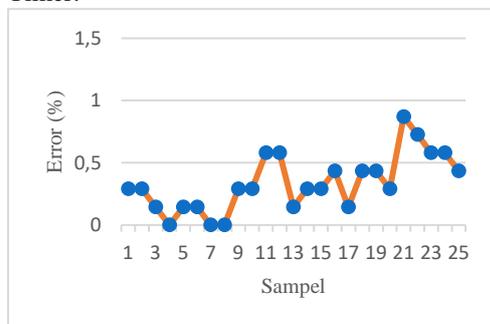
- Pengukuran Presentase Error Pada Metode Penakar.



Gambar 6. Grafik presentase error metode penakar.

Dari presentase error diatas dapat dilihat bahwa pada metode penakar memiliki presentase error yang paling besar sebesar 0,43 % dan paling rendah memiliki tingkat error sebesar 0 % dan rata – rata presentase error sebesar 0,23 %. Data dari grafik diatas menunjukkan tingkat error yang kecil pada metode penakar karna prinsip kerja dari metode penakar sangat berpengaruh pada tingkat error sebelum minyak goreng dialirkan ke botol, sebelumnya ditakar terlebih dahulu dengan bantuan buffer tank dan rotary encoder sebagai sensor yang disetting menggunakan counter untuk berapa berat minyak yang dibutuhkan (Harki, 2016).

- Pengukuran Presentase Error Pada Metode Timer.



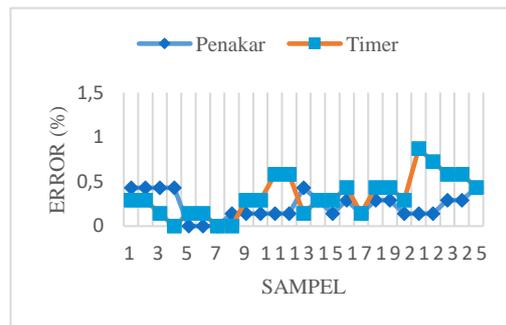
Gambar 7. Grafik presentase error metode timer.

Dari grafik presentase error diatas dapat dilihat bahwa pada metode penakar memiliki presentase error yang paling besar sebesar 0,43 % dan paling rendah memiliki tingkat error sebesar 0 % dan rata – rata presentase error sebesar 0,23 %. Data dari grafik diatas menunjukkan tingkat error yang kecil pada metode penakar karna prinsip kerja dari metode penakar sangat berpengaruh pada tingkat error sebelum minyak goreng dialirkan ke botol, sebelumnya ditakar terlebih dahulu dengan bantuan buffer tank dan rotary encoder sebagai sensor yang disetting

menggunakan counter untuk berapa berat minyak yang dibutuhkan (Harki, 2016).

- Perbandingan grafik presentase error metode penakar dan timer.

Dari gambar 4.8 menunjukkan perbedaan yang cukup besar pada presentase error tiap masing – masing metode. Hasilnya menunjukkan bahwa presentase error pada metode penakar memiliki tingkat error yang paling tinggi sebesar 0,87% sedangkan metode penakar sebesar 0,43%. Dengan rata – rata presentase error menggunakan metode penakar lebih baik 0,106% dibandingkan metode timer.



Gambar 8. Grafik presentase error metode penakar dan timer.

Data dari grafik diatas menunjukkan presentase error menggunakan metode penakar lebih konsisten. Hal ini disebabkan metode penakar menggunakan sensor rotary encoder dan counter sebagai sensor yang digunakan untuk menentukan berat minyak pada botol (Harki, 2016). Sedangkan metode timer hanya menggunakan sensor timer pada PLC untuk menentukan berat minyak pada botol.

### Perhitungan Kapasitas Mesin Filling.

Perhitungan dilakukan dengan asumsi satu orang operator pada masing - masing metode yang bekerja selama 8 jam dalam sehari, dan massa jenis minyak goreng adalah 0.92 gr/cm<sup>3</sup>.

1. Metode Penakar

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi} &= (\text{Rata-rata kecepatan pengisian} / 0.92 \text{ gr/cm}^3) \times 8 \text{ jam} \\ &= (159,22 \text{ gr/det} / 0.92 \text{ gr/cm}^3) \times 8 \text{ jam} \\ &= 623,034 \text{ liter/jam} \times 8 \text{ jam} \\ &= 4984,278 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

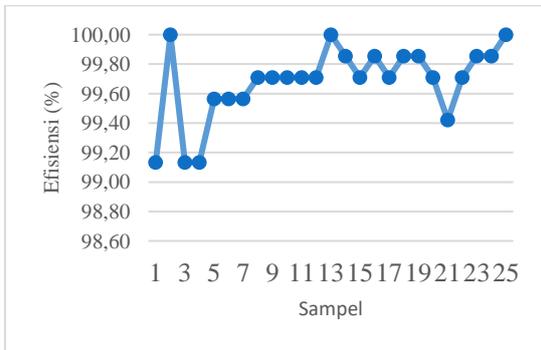
2. Metode Timer

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi} &= (\text{Rata-rata kecepatan pengisian} / 0.92 \text{ gr/cm}^3) \times 8 \\ &= (164,361 \text{ gr/det} / 0.92 \text{ gr/cm}^3) \times 8 \text{ jam} \\ &= 643,15 \text{ liter/jam} \times 8 \text{ jam} \\ &= 5145,213 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa metode timer memiliki kapasitas produksi

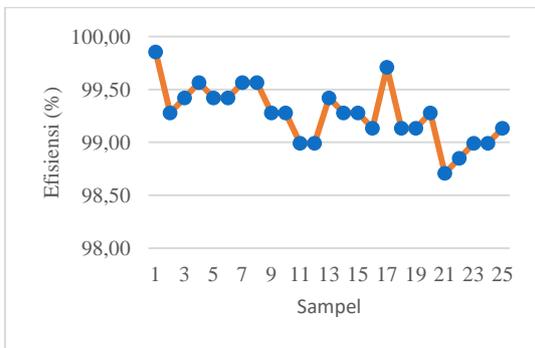
yang lebih baik dari metode manual, dengan selisih 161 liter/hari.

**Pengukuran Efisiensi**



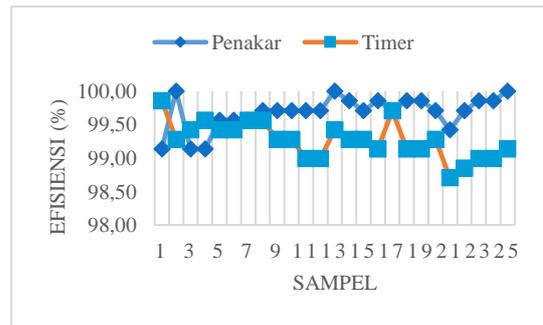
Gambar 9. Grafik efisiensi metode penakar.

Dari gambar 9. di atas dapat dilihat bahwa efisiensi pada metode penakar memiliki efisiensi paling besar mencapai 100 % dan tingkat efisiensi paling rendah mencapai 99,13 % dengan rata – rata mencapai 99,68 %. Berdasarkan penelitian ini hasil efisiensi pada metode penakar setelah percobaan ke 5 hasil lebih stabil perbedaan dari tiap percobaan tidak terlalu besar dan lebih stabil. Hal ini disebabkan karena prinsip kerja dari metode penakar yang berpengaruh pada hasil efisiensi.



Gambar 10. Grafik efisiensi metode timer.

Dari gambar 10 di atas dapat dilihat bahwa efisiensi pada metode timer memiliki efisiensi paling besar mencapai 99,80 % dan tingkat efisiensi paling rendah mencapai 98,71 % dengan rata – rata mencapai 99,27 %. Berdasarkan penelitian ini hasil efisiensi pada metode timer sedikit tidak stabil dan semakin lama semakin menurun. Hal ini disebabkan karna pengaruh dari sensor yang ada pada metode timer yang menggunakan timer pada PLC masih belum bisa stabil, maka berpengaruh pada hasil yang didapatkan.



Gambar 11. Grafik efisiensi metode penakar dan timer.

**KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian, pengolahan data dan analisis proses pengemasan minyak goreng maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada proses *filling* minyak goreng menggunakan metode penakar dan timer sangat berpengaruh pada kecepatan pengisian (g/dt), *error* (%) dan kepresisian pada saat pengisian. Dibuktikan dengan hasil percobaan yang dilakukan masing – masing metode. Pada metode penakar memiliki rata – rata kecepatan pengisian sebesar 159,478 (g/dt) rata berat minyak yang dihasilkan sebesar 689,2 gram dengan tingkat *error* 0,23 %. Sedangkan metode timer memiliki rata – rata kecepatan pengisian sebesar 164,361 (g/dt) dengan rata – rata berat minyak yang dihasilkan sebesar 692,08 dengan *error* 0,336 %. Dengan melakukan pengujian statistik dapat disimpulkan bahwa untuk kecepatan pengisian metode timer lebih cepat dibandingkan metode penakar, namun untuk tingkat kepresisian pada botol metode penakar lebih presisi dibandingkan metode penakar. Hal ini disebabkan metode penakar menggunakan sensor *rotary encoder* pada saat pengisian maka waktu yg dibutuhkan sedikit lama tapi dengan tingkat *error* yang kecil. Dan metode timer menggunakan sensor timer yang ada pada PLC, membuat pengisian langsung kedalam botol namun mempunyai *error* sedikit besar.
2. Pada mesin *filling* minyak goreng menggunakan metode timer memiliki kapasitas mesin yang lebih baik dari metode penakar, yaitu 5145 liter/hari sedangkan pada metode penakar sebesar 4984 liter/hari pada metode penakar dengan selisih 161 liter/hari.

Efisiensi pada metode penakar 99,68 % lebih baik dibandingkan dengan metode timer yang hanya 99,27%.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Badan Pusat Statistik. 2008. *Volume dan Nilai Ekspor Indonesia Komoditi Crude Palm Oil*

- (CPO) tahun 1980-2005. Laporan Badan Pusat Statistik Indonesia.
- [2] Dhiman, J., E.R., dan Dileep, K. 2014. *Hybrid Method For Automatically Filling Of The Chemical Liquid Into Bottles Using PLC & SCADA. International Journal of Engineering Research and General Science*. 2: 1000-1007.
- [3] Harki, S. 2016. *Otomasi Mesin Filling Minyak Goreng Berbasis PLC Untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi. Skripsi*. Jember: Fakultas Teknik Universitas Jember.
- [4] Mallaradhya, H.M., dan Prakash K.R. 2013. *Automatic Liquid Filling To Bottles Of Different Height Using Programmable Logic Controller. International Journal of Mechanical and Production Engineering*. 1: 9-11.