

## Sistem Kontrol Otomatis Pada Mesin Granulator TRIA Supaya Efisiensi Dalam Penggunaan Energi Listrik

Dr.Ir.Sumardi Sadi.ST.,MT<sup>1</sup> Ir Bayu Purnomo.ST.,MT<sup>2</sup> Fajar Gumilang.S.Pd.,MT<sup>3</sup> Koko Anjarianto<sup>4</sup>

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang

[mardiesadi99@gmail.com](mailto:mardiesadi99@gmail.com), [bayupur67@gmail.com](mailto:bayupur67@gmail.com), [fajar.gumilang86@gmail.com](mailto:fajar.gumilang86@gmail.com),  
[anjardp76@gmail.com](mailto:anjardp76@gmail.com)

Received 20 September 2023

Accepted: 5 Oktober 2023

### Abstract

*Making machines efficient with a three-phase induction motor as the main drive is a small part of the innovation to reduce production costs. This granulator machine operates 24 hours a day. By paying attention to the use of electrical energy in the TRIA granulator machine so that it can be analyzed when using a manual control system with an automatic control system. By utilizing a power sensor (PZEM-004T) to monitor electrical energy, it is processed by the Wemos D1 mini microcontroller. Utilizing the internet of things with a cloud system using Blynk as a database of sensor parameter data, to make it easier to collect data in real time. The data results show that the use of electrical energy in the three-phase induction motor on the TRIA granulator machine with a manual control system reached 637,483 KWh. Meanwhile, with the automatic control system it reaches 165,140 KWh which is the result of improvements in the use of automatic control using a microcontroller.*

**Keywords:** *Saving electrical energy, Electrical energy*

### Abstrak

Untuk membuat efisien mesin dengan penggerak utama motor induksi tiga fasa merupakan sebagian kecil inovasi untuk menekan biaya produksi. Mesin granulator ini beroperasi selama 24 jam /hari. Dengan memperhatikan penggunaan energi listrik pada mesin granulator TRIA agar dapat dianalisa pada saat menggunakan sistem kontrol manual dengan sistem kontrol otomatis. Dengan memanfaatkan sensor daya (PZEM-004T) sebagai *monitoring* energi listrik diproses oleh mikrokontroler Wemos D1 mini. Memanfaatkan *internet of things* dengan sistem *cloud* menggunakan Blynk sebagai *database* dari data parameter sensor, untuk memudahkan pengumpulan data secara *realtime*. Hasil data didapat pemakaian energi listrik pada motor induksi tiga fasa pada mesin granulator TRIA dengan sistem control manual mencapai 637,483 KWh. Sedangkan dengan sistem control otomatis mencapai 165,140 KWh yang merupakan hasil *improvement* pada penggunaan kontrol otomatis menggunakan miktokontroler.

**Kata kunci :** *Saving energi listrik, Energi listrik*

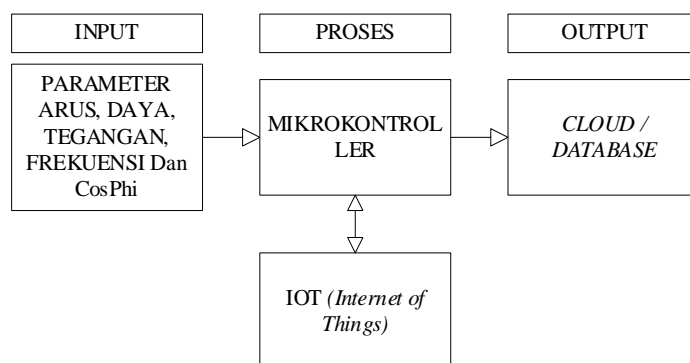
## PENDAHULUAN

Pada PT DP memproduksi bermacam-macam produk yang berbahan biji plastik. Pada setiap produksi pasti ada beberapa produk yang *reject*, yang disebabkan cacat fisik maupun karena produk terjatuh ke lantai. Untuk mengurangi kerugian akibat produk *reject* pada produksi, maka produk *reject* tersebut di daur ulang menjadi biji plastic lagi agar bisa digunakan sebagai bahan baku. Dengan bermacam-macam jenis mesin produksi beserta produk yang di jalankan, maka lebih banyak juga mesin Granulator yang digunakan untuk mendaur ulang produk *reject*. Dalam proses identifikasi masalah penggunaan motor induksi tiga fasa pada mesin Granulator TRIA bekerja terus-menerus dengan sistem operasi manual. Banyaknya mesin Granulator pada produksi mengakibatkan konsumsi penggunaan listrik menjadi meningkat. Berdasarkan masalah tersebut dilakukan *monitoring* pada penggunaan energi listrik motor induksi tiga fasa setelah itu di lakukan Analisa dari penggunaan energi listrik (Pela and Pramudita 2021). Dengan tujuan mengetahui beban pemakaian energi listrik dengan sistem control manual maupun otomatis dan mengetahui efisiensi pada penggunaan mesin granulator TRIA.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam pengembangan alat Internet Of Things adalah metode pengembangan Prototype (Selay et al. 2022). Dari data yang telah didapat maka selanjutnya dilakukan analisa data dengan menggunakan metode komparatif. Untuk mendapat nilai daya listrik motor induksi tiga fasa dikendalikan secara manual dalam rentang waktu tertentu, menganalisa motor induksi tiga fasa menggunakan cara otomatis untuk menentukan nilai daya dan energi listrik dalam rentang waktu tertentu dan membandingkan penggunaan daya dan energi listrik saat kondisi motor induksi tiga fasa secara manual (Evalina, Azis, and Zulfikar 2018).

### A. Desain Alat

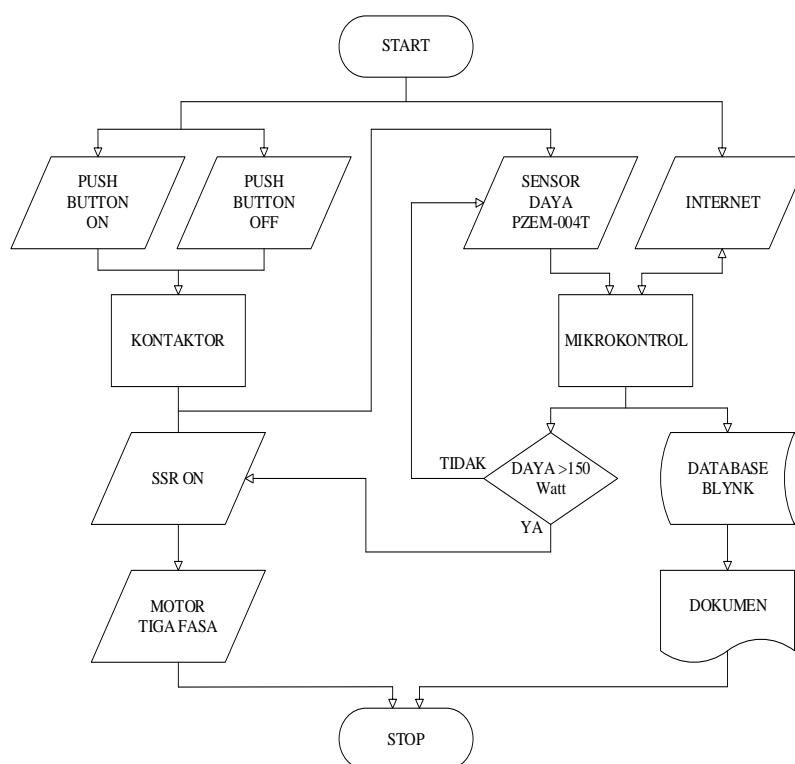


Gambar 1. Blok Diagram sistem *monitoring*

Fungsi tiap blok pada diagram blok gambar 1 adalah sebagai berikut:

- Blok parameter Arus, daya, Tegangan, frekuensi dan *CosPhi* merupakan hasil pembacaan dari sensor PZEM-004T.
- Blok mikrokontroler sebagai alat untuk pengolah data , membaca hasil pengukuran besaran-besaran listrik, komunikasi dengan jaringan internet melalui wifi dari sensor PZEM 004 ke server cloud / database yaitu aplikasi Blynk.
- Blok IoT merupakan jaringan penghubung melalui internet antara mikrokontroler dengan server.
- Blok Cloud / database berfungsi sebagai penerima transfer informasi data dari mikrokontroler melalui wifi atau jaringan internet.

Rangkaian alat untuk *monitoring* pemakaian energi listrik pada mesin granulator dapat dilihat pada gambar 1 diatas. Terdiri dari sensor PZEM-004T sebagai sensor parameter penggunaan energi listrik (Andriana, Zuklarnain, and Baehaqi 2019). Menggunakan power suplay *HI-LINK* yang dapat merubah tegangan input 220 Volt menjadi 5 VDC untuk mensuplay rangkaian pada kontrol unit. Mikrokontroler menggunakan *wamos D1 mini* sebagai pengendali sistem kontrol otomatis pada kontrol kontaktor dengan masukan sensor daya .

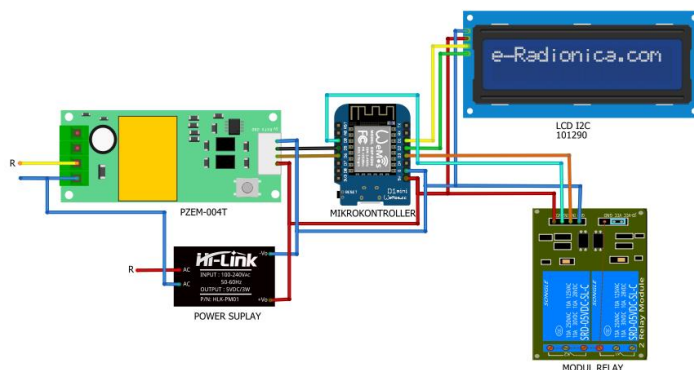


Gambar 2. Flowchart Sistem kerja alat.

Dapat dilihat pada gambar 2 diatas merupakan alur sistem operasi secara otomatis pada sistem kontrol mesin granulator. Fungsi pada tiap blok diatas adalah koil pada kontaktor akan *on* apabila dialiri arus yang di kendalikan oleh *push buttin on*, maka arus akan melewati kontaktor dan menyalakan motor induksi tiga fasa. Namun arus pada kontrol kontaktor tersebut akan putus secara otomatis apabila hasil dari pembacaan beban pada

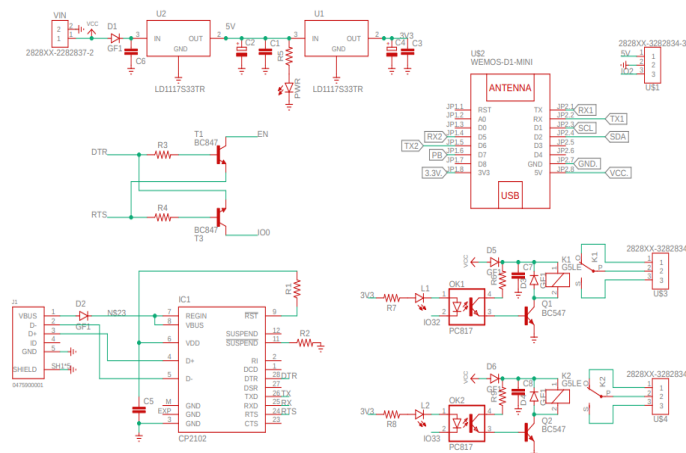
sensor daya turun mencapai 150 watt. Apabila dalam keadaan darurat disaat mesin granulator bekerja maka bisa di putus arus pada kontrol kontaktor melalui tombol *push button off* atau tombol *emergency*.

Untuk sistem operasi otomatis ini hanya untuk memutus arus pada kontrol kontaktor saja, untuk menghidupkan kembali dengan cara manual dengan menekan tombol *push button on*. Untuk sistem *monitoring* pada sistem kontrol otomatis ini masih sama dengan sistem operasi manual.



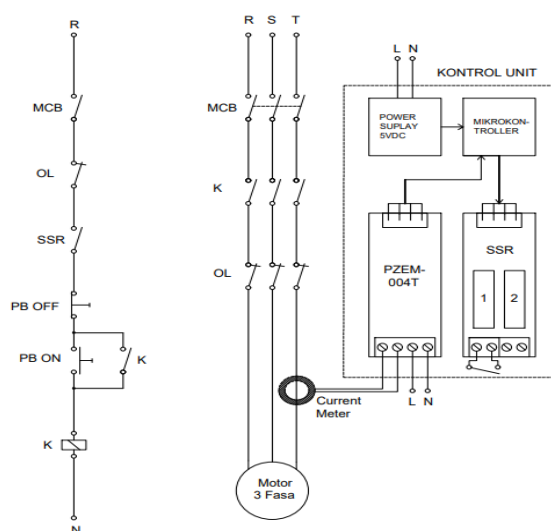
Gambar 3. Wiring kontrol alat

Langkah awal pemasangan kontrol unit dan sebagai *monitoring*, dengan cara dirakit sesuai pada wiring pada gambar 3.4 diatas. Dengan alat yang dibutuhkan diantaranya adalah tang potong, obeng plus PH2 dan taspent. Dengan bahan kontrol unit adalah *Wemos D1 Mini ESP8266* (Mikrokontroler, power supply HLK-PM0, LCD I2C 16x4, SSR modul 2 chane, sensor Modul PZEM-004T, panel box listrik *waterproof* 240 x 120 x 75 cm, kabel 0,75mm untuk power 1,5 meter, kabel 0,5mm untuk mode input dan output 1,5 meter, *push button* 1 pcs, isolasi hitam, *double tape* 3mm, baut dan mur 3mm 20 pcs. Dapaty dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Schematic wiring kontrol unit

Rangkaian alat untuk *monitoring* pemakaian energi listrik pada mesin granulator dapat dilihat pada gambar 3 diatas. Terdiri dari sensor PZEM-004T sebagai sensor parameter penggunaan energi listrik . Menggunakan power suplay *HI-LINK* yang dapat merubah tegangan input 220 Volt menjadi 5 VDC untuk mensuplay rangkaian pada kontrol unit. Mikrokontroler menggunakan *wamos* D1 mini sebagai pengendali sistem kontrol otomatis pada kontrol kontaktor dengan masukan sensor daya. Menggunakan monitor LCD yang menampilkan nilai aktual dari hasil pembacaan daya pada pemakaian energi listrik motor induksi tiga fasa dan yang terakhir adalah model relay yang dikendalikan oleh mikrokontroler yang akan memutus arus listrik pada rangkaian kontrol kontaktor. Pada kontrol unit yang terdiri dari rangkaian diatas merupakan alat monitoring pemakaian energi listrik.



Gambar 5. *Wiring* kontrol motor induksi tiga fasa.

Pada gambar 5 merupakan *wiring* kontrol pada rangkaian kendali motor tiga fasa yang bekerja secara otomatis. Untuk gambar sebelah kiri merupakan *wiring* kontrolnya sedangkan untuk gambar kanan merupakan *wiring* cara *monitoring* arus listrik dan kendali otomatis. Dengan penambahan kontrol unit secara otomatis sesuai pada gambar D diatas. Ada beberapa perbedaan antara *wiring* yang sebelumnya, berikut adalah fungsi dari setiap komponen :

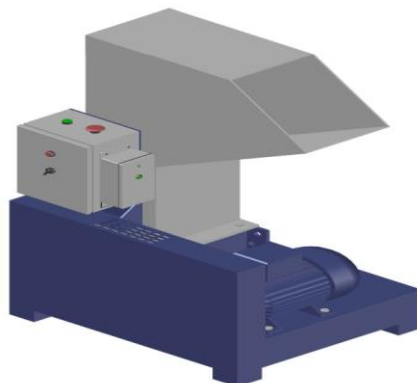
- Kontak *Normaly Open* SSR (*Solid State Relay*), berfungsi sebagai kontak otomatis pemutus arus listrik pada rangkaian apabila daya yang dihasilkan motor induksi dibawah setingan yang ditentukan yaitu lebih kurang dari 150 Watt.
- Current Meter* (CT), merupakan *probe* dari sensor PZEM-004T yang berfungsi untuk membaca beberapa parameter diantaranya adalah parameter daya, arus, *cosPhi*, dan frekuensi. Untuk pembacaan parameter tegangan langsung ke sensor PZEM-004T.
- Power Suplay 5VDC, sebagai suplay tegangan untuk mikrokontrol, sensor PZEM-004T dan modul SSR.

- d. Mikrokontroler, merupakan sistem kendali otomatis pada rangkaian sistem kontrol motor induksi, yang berfungsi membaca beban kerja motor induksi setelah itu dianalisa apabila hasilnya sesuai target maka akan dilakukan pemutusan arus ke pada rangkaian. Selain itu berfungsi sebagai pengirim data parameter dari hasil pembacaan sensor ke *database* di Blynk dengan dukungan IOT.
- e. Sensor PZEM-004T, merupakan sensor yang membaca hasil beban dari motor induksi pada saat kerja dengan beban puncak maupun pada saat beban awal.
- f. Modul SSR, sebagai pengandali rangkaian pada kontaktor, dimana SSR tersebut dikendalikan oleh mikrokontroler. SSR ini cocok digunakan pada rangkaian sistem kontrol otomatis karena membutuhkan tegangan *input* yang kecil diantaranya 3,3V sampai 30V



Gambar 6. Tampilan alat kontrol unit

Terlihat pada gambar 6 diatas merupakan alat yang sudah jadi sebagai alat monitoring dan sebagai kontrol sistem otomatis. Untuk tampilan mesin granulator seperti gambar 7 dibawah.



Gambar 7. Tampilan mesin granulator TRIA

## B. Teknik Pengumpulan Data

Dalam proses pengambilan data dengan memanfaatkan *internet of things*. Data parameter dikirim melalui *cloud* dan bisa diakses kapanpun. Data yang diambil yaitu berupa data dengan sistem pengoprasian secara manual. Setelah dipasang alat dengan sistem kontrol otomatis maka dilakukan pengambilan data setelah *improvement*.

#### C. Teknik Analisa Data Menghitung Daya Nominal

Dalam hal ini pengukuran tegangan dan arus dilakukan secara langsung pada motor, untuk mengetahui nilai daya nominal dilakukan perhitungan dengan persamaan sebagai berikut :

$$P = \sqrt{3}.V.I.\cos\phi \quad (1)$$

Dengan P adalah Daya nominal dengan satuan (Watt), V merupakan Tegangan satuannya (Volt), I adalah Arus dalam (Ampere) dan terakhir Cos  $\phi$  adalah Power factor.

#### D. Teknik Analisa Data Menghitung Daya starting

Setelah diketahui arus *starting* maka dilakukan perhitungan daya *starting* untuk mengetahui seberapa besar daya yang dibutuhkan untuk menjalankan motor induksi 3 fasa saat *starting*. Berikut ini rumusnya :

$$P = \sqrt{3}.V.I_{start}\cos\phi \quad (2)$$

Dengan P adalah Daya nominal (Watt), V adalah Tegangan (Volt), *Istart* adalah Arus awal pengasutan (Ampere) dan Cos  $\phi$  adalah Power factor.

#### E. Menghitung Energi Listrik

Untuk mengetahui seberapa besar pemakaian energi listrik pada motor induksi tiga fasa selama waktu pengumpulan data (., Zondra, and . 2017). Maka dapat dilakukan perhitungan dengan persamaan berikut :

$$W = P.t \quad (3)$$

Dengan W adalah Energi listrik (Wh), P adalah Daya (Watt) dan t adalah waktu.

#### F. Menghitung Biaya Energi Listrik

Untuk menghitung pemakaian motor listrik tiga fasa pada mesin granulator TRIA dengan tarif pemakaian listrik per KWh pada golongan I3 / FA dengan biaya Rp 1.035,78 pada persamaan berikut.

$$\text{Biaya listrik} = \text{KWh} . \text{Rp } 1035,78 \quad (4)$$

#### G. Menghitung Efisiensi Mesin

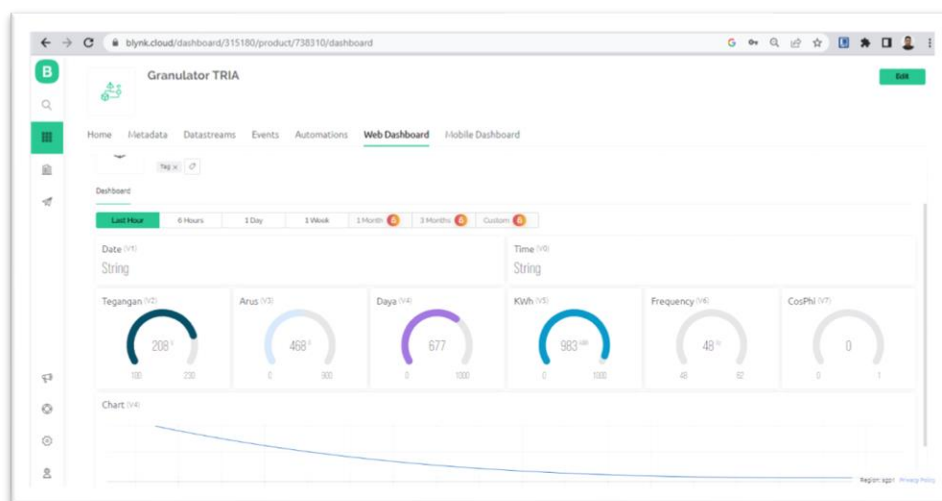
Dalam perhitungan efisiensi pada motor induksi tiga fasa ini dimaksud untuk mengetahui seberapa besar efisiensi penggunaan mesin granulator TRIA berikut adalah persamaan yang digunakan untuk menghitung efisiensi :



$$E_{hour/hari} = \frac{H_{actual}}{24} \% \quad (5)$$

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dari hasil *monitoring* secara *real time* ditampilkan dalam *dashboard* blynk seperti pada gambar 8 berikut.



Gambar 8. *Dashboard monitoring* blynk

Table 1. Data sebelum dipasang alat

NO	TIME	FREQ (Hz)	TEG 1P (Volt)	TEG 3P (Volt)	ARUS (Ampere)	ARUS START	ON (Hour)
1	22 Juni 2023	49.983	219.7	380.5	2.047	4.810	7.8
2	23 Juni 2023	49.981	220.4	381.8	2.104	4.944	22.56
3	24 Juni 2023	49.983	221.3	383.3	2.076	4.879	20.7
4	25 Juni 2023	49.984	222.2	384.9	2.082	4.894	22.68
5	26 Juni 2023	49.982	221.5	383.6	2.025	4.758	21.18
6	27 Juni 2023	49.980	221.7	384.0	2.038	4.789	23.98
7	28 Juni 2023	49.981	222.1	384.6	2.069	4.863	21.38
<b>Average</b>		49.982	221.3	383.3	2.063	4.848	20.040



Dari data yang di dapat pada tabel 1 merupakan sistem operasi manual sebelum dipasang alat dan tabel 2 merupakan hasil setelah menggunakan sistem otomatis. Dari tabel 1 dan tabel 2 tersebut merupakan hasil *download report* dari *database* blynk selama tujuh hari secara berturut-turut. Untuk perhitungan pemakaian energi listrik pada motor induksi setiap hari selama tujuh hari dengan sistem operasi manual dan otomatis pada penggunaan mesin granulator TRIA.

Table 2. Data sesudah dipasang alat

NO	TIME	FREQ (Hz)	TEG 1P (Volt)	TEG 3P (Volt)	ARUS (Ampere)	ARUS START	ON (Hour)
1	12 Juli 2023	49.982	221.4	383.5	2.352	5.526	6.160
2	13 Juli 2023	49.980	221.4	383.4	2.504	5.885	7.310
3	14 Juli 2023	49.970	222.3	385.0	2.178	5.119	6.81
4	15 Juli 2023	49.981	222.4	385.1	2.481	5.829	1.41
5	16 Juli 2023	49.978	224.2	388.3	1.973	4.636	0.36
6	17 Juli 2023	49.984	223.1	386.4	2.224	5.226	1.6
7	18 Juli 2023	49.978	223.0	386.3	2.518	5.917	2.2
<b>Average</b>		49.979	222.5	385.4	2.318	5.448	3.693

a. Perhitungan Daya Nominal

Berdasarkan persamaan (1) dan hasil pengambilan data maka daya nominal dapat diketahui. Perhitungan daya nominal dengan sistem manual motor listrik tiga fasa dari tanggal 22 juni sampai 28 juni 2023. Perhitungan daya nominal dengan sistem otomatis penggunaan motor listrik tiga fasa dari tanggal 12 juli sampai 18 juli 2023. Sesuai pada tabel 3 berikut.

Table 3. Perhitungan daya pada paenggunaan motor listrik tiga fasa

NO	SISTEM MANUAL		SISTEM OTOMATIS	
	TGL	DAYA (KW)	TGL	DAYA (KW)
1	22 Juni 2023	1,106	12 Juli 2023	1,281
2	23 Juni 2023	1,186	13 Juli 2023	1,363
3	24 Juni 2023	1,030	14 Juli 2023	1,191
4	25 Juni 2023	1,138	15 Juli 2023	1,357
5	26 Juni 2023	1,103	16 Juli 2023	1,088
6	27 Juni 2023	1,111	17 Juli 2023	1,220
7	28 Juni 2023	1,130	18 Juli 2023	1,381
<b>Average</b>		1,129	<b>Average</b>	1,269

b. Perhitungan Daya Starting

Berdasarkan persamaan (2) dan hasil pengambilan data maka daya *starting* dapat diketahui. Berikut perhitungan daya *starting* motor listrik tiga fasa dengan sistem manual dari

tanggal 22 juni sampai 28 juni 2023. Perhitungan daya *starting* motor listrik tiga fasa dengan sistem otomatis dari tanggal 12 juni sampai 18 juni 2023. Sesuai pada tabel 4 berikut.

Table 4. Perhitungan daya *starting* penggunaan motor tiga fasa

NO	SISTEM MANUAL		SISTEM OTOMATIS	
	TGL	DAYA (KW)	TGL	DAYA (KW)
1	22 Juni 2023	2,599	12 Juli 2023	3,019
2	23 Juni 2023	2,681	13 Juli 2023	3,205
3	24 Juni 2023	2,656	14 Juli 2023	2,799
4	25 Juni 2023	2,675	15 Juli 2023	3,188
5	26 Juni 2023	2,592	16 Juli 2023	2,557
6	27 Juni 2023	2,612	17 Juli 2023	2,868
7	28 Juni 2023	2,656	18 Juli 2023	3,246
	<i>Average</i>	2,639	<i>Average</i>	2,983

c. Perhitungan Energi Listrik

Berdasarkan persamaan (3) dan hasil pengambilan data maka efisiensi pada mesin granulator TRIA dapat diketahui sebagai berikut. Perhitungan energi pada pemakaian motor induksi tiga fasa dengan sistem manual dari tanggal 22 juni sampai 28 juni 2023. Perhitungan energi motor listrik tiga fasa dengan sistem otomatis dari tanggal 12 juli sampai 18 juli 2023. Sesuai pada tabel 5 berikut.

Table 5. Perhitungan pemakaian energi listrik motor tiga fasa

NO	SISTEM MANUAL		SISTEM OTOMATIS	
	TGL	Per KWh	TGL	Per KWh
1	22 Juni 2023	8,627	12 Juli 2023	7,980
2	23 Juni 2023	26,756	13 Juli 2023	9,964
3	24 Juni 2023	23,391	14 Juli 2023	8,182
4	25 Juni 2023	25,810	15 Juli 2023	1,913
5	26 Juni 2023	23,361	16 Juli 2023	0,392
6	27 Juni 2023	16,642	17 Juli 2023	1,951
7	28 Juni 2023	24,159	18 Juli 2023	3,038

d. Perhitungan Biaya Pemakaian Energi Listrik

Berdasarkan persamaan (4) dan hasil perhitungan data KWh maka biaya pemakaian energi listrik per hari dapat diketahui sebagai berikut. Tarif pemakaian energi listrik dengan sistem

manual pada tanggal 22 juni sampai 28 juni 2023. Tarif pemakaian energi listrik dengan sistem manual pada tanggal 12 juli sampai 18 juli 2023. Sesuai pada tabel 6 berikut.

Table 6. Biaya pemakaian energi listrik

NO	SISTEM MANUAL		SISTEM OTOMATIS	
	TGL	BIAYA	TGL	BIAYA
1	22 Juni 2023	Rp 8,935.67	12 Juli 2023	Rp 8,265.52
2	23 Juni 2023	Rp 27,713.33	13 Juli 2023	Rp 10,320.51
3	24 Juni 2023	Rp 24,227.93	14 Juli 2023	Rp 8,474.75
4	25 Juni 2023	Rp 26,733.48	15 Juli 2023	Rp 1,981.45
5	26 Juni 2023	Rp 24,196.86	16 Juli 2023	Rp 406.03
6	27 Juni 2023	Rp 17,237.45	17 Juli 2023	Rp 2,020.81
7	28 Juni 2023	Rp 25,023.41	18 Juli 2023	Rp 3,146.70
Biaya /Minggu		Rp 154,068.13	Biaya /Minggu	Rp 34,615.77
Biaya /Bulan		Rp 660,291.99	Biaya /Bulan	Rp 171,048.71

e. Perhitungan Efisiensi Mesin

Berdasarkan persamaan (5) dan hasil perhitungan data maka didapat nominal efisiensi pada mesin granulator TRIA per hari selama satu minggu adalah sebagai berikut. Perhitungan efisiensi mesin granulator TRIA dengan sistem manual dari tanggal 22 juni sampai 28 juni 2023. Perhitungan efisiensi mesin granulator TRIA dengan sistem otomatis dari tanggal 12 juli sampai 18 juli 2023. Seperti pada tabel 7 berikut.

Table 7. Perhitungan efisiensi mesin

NO	MANUAL		EFISIEN (%)	OTOMATIS		EFISIEN (%)
	TGL	ON (Hour)		TGL	ON (Hour)	
1	22 Juni 2023	7.8	32.50	12 Juli 2023	6.160	25.67
2	23 Juni 2023	22.56	94.00	13 Juli 2023	7.310	30.46
3	24 Juni 2023	20.7	86.25	14 Juli 2023	6.81	28.38
4	25 Juni 2023	22.68	94.50	15 Juli 2023	1.41	5.88
5	26 Juni 2023	21.18	88.25	16 Juli 2023	0.36	1.50
6	27 Juni 2023	23.98	99.92	17 Juli 2023	1.6	6.67
7	28 Juni 2023	21.38	89.08	18 Juli 2023	2.2	9.17
<b>Average</b>		20.040	83.50	<b>Average</b>	3.693	15.39

**KESIMPULAN**

Untuk memanfaatkan produk *reject* dengan cara mendaur ulang menggunakan mesin granulator TRIA. Agar penggunaan energi listrik pada mesin granulator menjadi efisien maka dibutuhkan Analisa pada penggunaan energi listrik. Untuk *monitoring* secara *realtime* berbasis IOT yang datanya disimpan di *cloud* dan bisa diakses melalui *smartphone*.

Agar efisien penggunaan energi listrik pada motor induksi tiga fasa diperlukan kontrol unit otomatis dengan memanfaatkan sensor daya (PZEM-004T) dan datanya diolah oleh mikrokontroler sehingga pemakaian energi listrik lebih efektif. Setelah didapat data penggunaan energi listrik dengan sistem kontrol manual mencapai 637,483 KWh per bulan dengan biaya Rp. 660.291,99 per bulan dan dengan sistem kontrol otomatis mencapai 165,140 KWh per bulan dengan biaya listrik mencapai Rp. 171.048,71 maka diketahui selisih penggunaan energi listrik mencapai 472,343 KWh dan berhasil menghemat biaya sebesar Rp. 489.243,28 per bulan.

Untuk menghitung efisiensi pada mesin granulator TRIA pada pemakaian energi listrik dengan sistem kontrol manual mencapai 83,5%. Dengan pemasangan sistem kontrol otomatis, dapat menaikkan efisiensi penggunaan energi listrik sampai 68,11%. Maka efisiensi mesin granulator TRIA dengan sistem kontrol otomatis menjadi 15.39%,

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Atmam, Elvira Zondra, and . Zulfahri. 2017. "Analisis Penggunaan Energi Listrik Pada Motor Induksi Satu Fasa Dengan Menggunakan Inverter." *SainETIn* 1 (2): 1–8. <https://doi.org/10.31849/sainetin.v1i2.207>.
- Andriana, -, - Zuklarnain, and Hadi Baehaqi. 2019. "Sistem KWH Meter Digital Menggunakan Modul PZEM-004T." *Jurnal TIARSIE* 16 (1): 29. <https://doi.org/10.32816/tiarsie.v16i1.43>.
- Evalina, Noorly, Abdul H Azis, and Zulfikar. 2018. "Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable Logic Controller." *Journal of Electrical Technology* 3 (2): 73–80.
- Pela, Maria Febrianti, and Rully Pramudita. 2021. "Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Internet of Things Pada Rumah Dengan Menggunakan Aplikasi Blynk." *Infotech: Journal of Technology Information* 7 (1): 47–54. <https://doi.org/10.37365/jti.v7i1.106>.
- Selay, Arief, Gerald Dwight Andgha, M Andra Alfarizi, M Izdhihar Bintang, Muhammad Noufal Falah, Mulil Khaira, and Muhammad Encep. 2022. "Karimah Tauhid, Volume 1 Nomor 6 (2022), e-ISSN 2963-590X" 1: 860–68.