

PENGATURAN KECEPATAN MOTOR 3 PHASE PADA MESIN AYAK PASIR

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No 45 Surabaya 60118
Telp. +62 31 5931800, Fax, +62 31 5927817

Antonius Wolfgang Tani Senda Mali¹, Tarcisius Aryanto Riwu², Aris Heri Andriawan, ST.,MT

¹Fakultas Teknik Electro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Email: antonmali022@gmail.com

²Fakultas Teknik Electro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Email: rhandydestroyer@gmail.com

ABSTRAK

Mesin pengayak pasir saat ini dibutuhkan dalam proses pembangunan infrastruktur, terutama di Indonesia Timur. Motor listrik yang digunakan untuk menggerakkan mesin pengayak pasir ini adalah motor induksi tiga fase dengan pengaturan kecepatan atau frekuensi menggunakan *Inverter Variable Frequency Drive* (VFD).

Pengaturan frekuensi bertujuan untuk meningkatkan kecepatan dan torsi yang dibutuhkan ketika mesin mulai beroperasi. Pengaturan frekuensi (Hz) ini diatur sesuai dengan keinginan dari pengguna. Sumber tenaga untuk motor tiga fase ini menggunakan Energi Baru Terbarukan yang tentunya ramah lingkungan dan hemat biaya. Sumber arus untuk menggerakkan motor tiga fase menggunakan panel surya. Panel surya adalah perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik menggunakan prinsip efek fotovoltaik.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur yang diambil dari beberapa karya ilmiah, internet, jurnal dan e-book. Langkah selanjutnya adalah merencanakan desain dari mesin pengayak pasir serta merencanakan kebutuhan sel surya dan kemudian menentukan komponen yang akan digunakan. Langkah terakhir adalah proses pengujian mesin pengayak pasir dengan kontrol kecepatan menggunakan *Inverter Variable Frequency Drive*.

ABSTRACT

Sand screening machines are currently needed in the process of infrastructure development, especially in eastern Indonesia. The electric motor used to move this sand sieve machine is a three-phase induction motor with speed or frequency setting using the Inverter Variable Frequency Drive (VfD).

Frequency setting aims to increase the speed and torque required when the machine starts operation. The frequency setting (HZ) is set according to the wishes of the user. The power source for this three-phase motorcycle uses renewable energy which is certainly environmentally friendly and cost effective. The current source to drive three-phase motors using solar panels. Solar panels are devices or components that can convert solar energy into electrical energy using the principle of photovoltaic effects.

The methods used in this study were literary studies taken from several scientific works, the Internet, journals and e-books. The next step is to plan the design of the sand sieve machine as well as plan the solar cell requirements and then determine the components to be used. The final step is the process of testing the sand sieving machine with speed control using the Inverter Variable Frequency Drive.

Kata kunci: Energi listrik, Motor Listrik, Energi Matahari, Pasir, Variable Frequency Drive

1. LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara yang sedang berkembang, hal ini bisa dilihat dari belum meratanya pembangunan infrastruktur di daerah terpencil khususnya di Indonesia Timur. Oleh karena itu sekarang pemerintah Indonesia lagi berupaya untuk melakukan pemerataan di setiap daerah Indonesia Timur, seperti pembangunan rumah untuk yang tidak mampu, sekolah, jalan dan lain-lain. Sebagai proses dalam pembangunan infrastruktur membutuhkan pasir sebagai salah satu materialnya.

Material pasir pada umumnya itu masih bercampur dengan batu-batu kerikil, butiran pasir pada umumnya berukuran 0,0625 sampai 2 milimeter. Oleh karena itu pasir seperti ini harus melalui proses pengayakan terlebih dahulu sebelum digunakan untuk bahan konstruksi.

Dalam proses pengayakan ini penulis melihat bahwa didaerah-daerah terpencil seperti di bagian Timur Indonesia masih banyak menggunakan ayakan pasir secara manual, pengerjaannya yang dilakukan dengan tenaga manusia lebih dari 3 orang pada saat pengerjaan.

Maka dari itu penulis berinovasi untuk merancang Alat Pengayak Pasir dengan menggunakan inverter sebagai kontrol kecepatan. Inverter yang di gunakan ialah *Variable Frequency Drive* (VFD) dimana inverter tersebut akan menjadi kontrol dengan cara mengatur nilai frekuensi sesuai dengan keinginan dan kebutuhan dari pengguna itu sendiri.

Cara penggunaan dari inverter *variable frequency drive* ini adalah dengan memasukan nilai frekuensi. Pada saat nilai frekuensi diinput ke inverter *Variable Frequency Drive* maka putaran kecepatan motor tersebut akan mengikuti sesuai dengan perintah dari nilai frekuensi yang dimasukan.

Sumber tenaga untuk menggerakkan motor tiga phase tersebut menggunakan Energi Baru Terbarukan yang ramah lingkungan yaitu *Solar cell* sebagai sumber arus untuk menggerakkan motor.

Solar cell adalah suatu perangkat yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek *photovoltaic*. *Photovoltaic* itu sendiri adalah suatu fenomena dimana munculnya suatu tegangan listrik dikarenakan adanya suatu hubungan atau kontak pada dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan maupun cairan pada saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, *cell surya* atau *solar cell* sering disebut juga dengan *cell photovoltaic (PV)*. *Photovoltaic* ini ditemukan oleh Henri Becquerel pada tahun 1839

2. LANDASAN TEORI

2.1. Motor AC 3 Phase

Merupakan motor yang bekerja dengan memanfaatkan perbedaan *phase* pada sumber untuk menimbulkan gaya putar pada bagian rotornya. Perbedaan *phase* pada motor 3 *phase* didapat langsung dari sumber. Hal tersebut yang menjadi perbedaan antara motor 1 *phase* dengan motor 3 *phase*.

Pada konstruksi motor induksi 3 *phase* tersebut memiliki dua komponen dasar yaitu stator dan rotor pada bagian rotor dipisahkan dengan bagian-bagian stator oleh celah udara yang sempit (*air gap*) dengan kisaran jarak di antara 0,4 mm sampai 4 mm. Tipe motor induksi 3 *phase* berdasarkan lilitan pada rotor dibagi menjadi dua macam yaitu rotor belitan (*wound rotor*) ialah tipe motor induksi yang memiliki rotor terbuat dari lilitan yang sama dengan lilitan pada statornya dan rotor sangkar tupai (*squirrel - cage rotor*) yaitu tipe motor induksi dimana konstruksi rotornya tersusun oleh beberapa batangan logam yang masuk melewati slot yang berada pada rotor motor induksi. Pada setiap bagian rotor motor induksi tersebut disatukan oleh cincin sehingga membuat batangan logam akan terhubung singkat dengan batangan logam yang lain.

2.2. Inverter Variable Frequency Drive (VFD)

Inverter variable frequency drive merupakan sebuah alat pengatur kecepatan motor dengan mengubah nilai frekuensi. Fungsi dari VFD adalah untuk mengontrol energi dari suplai utama ke proses melalui *shaft* motor listrik, dengan cara mengontrol dua besaran, yaitu *torque* dan kecepatan. VFD banyak diperlukan dalam dunia industri. Jika dibandingkan sebelumnya banyak dipergunakan sebagai *system* mekanik, kemudian beralih ke motor slip atau pengereman maka saat ini banyak yang menggunakan semikonduktor. Berbeda dengan *softstater* yang mengolah level tegangan VFD menggunakan frekuensi untuk mengatur kecepatan putaran motor. Seperti pada kondisi ideal (tanpa slip) dengan memainkan perubahan frekuensi pada motor, *speed* akan berubah (Gomgom dan Effendi Ishak, 2014).

2.3. Sollar Cell

Solar cell merupakan suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek *photovoltaic*. Prinsip dari efek *photovoltaic* merupakan munculnya suatu tegangan listrik karena adanya suatu hubungan dari dua elektroda yang dihubungkan langsung dengan sistem padatan maupun cairan pada saat mendapatkan energi

cahaya. Oleh karena itu *sollar cell* sering disebut juga dengan sel *photovoltaic* (PV). (teknikelektronika.com, 2020).

Pada dasarnya sinar matahari terdiri dari partikel yang sangat kecil atau biasa juga disebut dengan foton. Pada saat terpapar sinar matahari, foton yang merupakan partikel dari sinar matahari tersebut akan menghantam atom semikonduktor sehingga silikon dari sel surya mampu menimbulkan energi yang cukup besar agar mampu memisahkan elektron dari struktur atomnya. (teknikelektronika.com, 2020)

Pada elektron yang terpisah dan yang bermuatan negatif (-) tersebut akan bebas bergerak pada daerah pita konduksi dari material semikonduktor. Sedangkan atom yang tadinya kehilangan elektron tersebut akan terjadi kekosongan pada strukturnya, kekosongan tersebut dinamakan dengan "hole" dengan muatan positif (+).

Pada daerah semikonduktor dengan elektron bebas ini bersifat negatif dan bertindak sebagai pendonor atau pemberi elektron pada daerah semikonduktor tipe N (*N-type*). Daerah semikonduktor dengan hole bersifat positif yang bertindak sebagai penerima (*Acceptor*) elektron dinamakan dengan semikonduktor tipe P (*P-type*).

Pada persimpangan daerah Positif dan Negatif (*PN junction*), akan menimbulkan energi yang mendorong elektron dan hole untuk bisa bergerak ke arah yang berlawanan. Elektron tersebut akan bergerak menjauhi daerah lampu maupun perangkat listrik persimpangan Positif dan Negatif (*PN Junction*) maka akan menimbulkan arus listrik. (teknikelektronika.com, 2020)

2.4. Pasir

Pasir merupakan bahan material butiran yang berukuran antara 0,0625 sampai 2 milimeter. Pembentuk pasir ialah silikon dioksida, tetapi di beberapa pantai tropis dan subtropis pada umumnya dibentuk dari batu kapur. Penggunaan pasir sangat penting untuk bahan bangunan bila dicampur semen. (Lamudi.co.id):

3. Perancangan Pengaturan Kecepatan Motor 3 Phase pada Mesin Ayak Pasir

3.1 Prosedur Perancangan

Dalam melakukan perancangan Pengayak Pasir harus dilakukan survei serta pengumpulan data guna mendapatkan pandangan atau gambaran tentang desain serta sistem kerja dari Alat Pengayak Pasir dengan Pengaturan Kecepatan atau Frekuensinya menggunakan *Inverter Variable Frequency Drive* dan PLTS sebagai sumber tenaga. Prosedur perancangan sebagai berikut:

1. Studi literatur

Studi literatur adalah tahap awal perancangan dengan melakukan pembelajaran terhadap literatur seperti, buku, media masa, majalah maupun internet dan sumber-sumber yang berkaitan dengan perancangan alat pengayak pasir menggunakan *inverter* VFD sebagai kontrol kecepatan dan PLTS sebagai sumber arus.

2. Pembuatan konsep gambar alat dan PLTS

Pada tahap ini dilakukan proses pembuatan konsep gambar desain atau sketsa awal dari rancangan yang akan dibuat serta mencari perhitungan untuk kebutuhan Sumber Energi Baru Terbarukan yaitu, PLTS sebagai sumber arus.

3. Pengumpulan data perancangan

Tahap ini merupakan tahap dilakukan pengumpulan semua data yang dibutuhkan dalam proses pembuatan perancangan alat pengayak pasir maupun pengumpulan data serta perhitungan *sollar cell* sebagai penyuplai arus.

4. Analisa hasil perhitungan

Pada tahap ini dilakukan proses peninjauan ulang dari hasil perhitungan kebutuhan Energi Baru Terbarukan serta pengolahan data pada komponen - komponen yang lain dari alat tersebut.

5. Gambar kerja

Gambar kerja merupakan hasil akhir dari perancangan yang telah dibuat berupa gambar spesifikasi dari komponen - komponen alat pengayak pasir dengan inverter VFD sebagai pengaturan kecepatannya dan PLTS sebagai catu daya

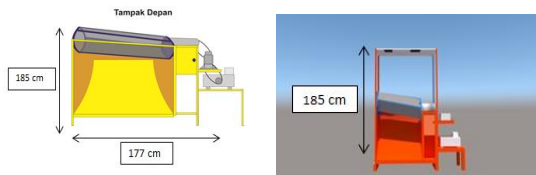
3.2. Tahap perancangan alat

1. Persiapan dan pemotongan besi untuk pembuatan kerangka
2. Pengelasan rangka mesin pengayak
3. Pembuatan saringan atau tabung ayak
4. Perancangan piringan engkol
5. Pemasangan motor listrik
6. Pemasangan bantalan roda pada saringan ayak
7. Pemasangan puli dan sabuk v-belt
8. Pemasangan panel surya
9. Pemasangan inverter VFD atau VSD untuk mengatur frekuensi putaran motor
10. Pengecatan rangka mesin ayak pasir

3.3. Gambar Rancangan Alat Ayak Pasir

Pada gambar dibawah ini adalah tampilan gambar desain dari alat mesin pengayak pasir yang nantinya akan diaplikasikan menggunakan Inverter VFD sebagai pengaturan frekuensi. Pada desain

gambar alat yang dibuat penulis mempersiapkan 2 desain yang kelihatan hampir sama. Alasan adanya 2 gambar desain dari alat ini bertujuan untuk melihat dan bisa membandingkan pada saat melakukan perancangannya.



Gambar 3.1. Alat Pengayak Pasir

Tabel 3.1: Spesifikasi atau dimensi alat pengayak pasir.

Dimensi alat pengayak pasir	Ukuran/Satuan
Panjang	177 cm
Lebar	78 cm
Tinggi	185 cm
Panjang tabung ayakan	106 cm
Diameter tabung ayakan	60 cm
Kemiringan	5,7°

3.4 Bagian-Bagian Mesin Pengayak Pasir

Dalam pembuatan mesin pengayak pasir dan pengaturan frekuensi menggunakan inverter/VFD dengan penggerak motor induksi 3 phase diperlukan elemen - elemen yang terdiri dari bagian - bagian yang memiliki fungsi masing-masing, yang kemudian disusun menjadi suatu kesatuan yang memiliki kegunaan yang lebih kompleks dan mampu memenuhi kebutuhan yang diharapkan. Berikut bagian - bagian dari mesin pengayak pasir 3 phase dengan pengaturan kecepatan menggunakan *inverter Variable Frequency Drive* :

3.4.1 Kerangka

Rangka berfungsi sebagai pendukung dan tempat dipasangnya komponen - komponen mesin pengayak pasir, seperti motor 3 phase, tabung ayakan, panel surya, baterai/accu, *control charger*, *inverter* DC to Ac, gear box serta *inverter* VFD

sebagai pengatur kecepatan atau frekuensi putaran motor 3 phase.

3.4.2 Tabung ayakan pasir

Tabung ayakan pasir ini sebagai tempat atau wadah pengolahan pasir yang dimana pasir tersebut dimasukan ke dalam ayakan yang berputar, maka dengan sendirinya pasir halus yang sudah diayak akan jatuh ke tempat yang sudah diatur serta kerikil pasir yang tidak dipakai akan terbuang ke tempat yang terpisah dari pasir halus. Bahan yang digunakan untuk pembuatan tabung ini menggunakan besi strip sebagai kerangkanya yang didalam tabung tersebut dirakit dengan kawat *stainless*, sebagai saringan untuk memisahkan pasir halus dan kerikil sisa dari pengolahan pasir.

3.4.3 Roda bantalan

Roda bantalan berfungsi untuk membantu putaran tabung ayakan pasir atau penyangga tabung di bagian depan tampak samping 1 gambar 3.4 agar bisa seimbang pada saat tabung ayakan mulai bekerja pengerjaannya.

3.4.4 Pulley

Pulley berfungsi untuk memindahkan putaran dari motor listrik ke tabung ayakan pasir yang dimana tabung ayakan pasir tersebut sudah terpasang pulley yang dihubungkan dengan V-belt.

3.4.5 Bearing

Bearing berfungsi untuk menopang poros yang berputar.

3.4.6 Sabuk V-belt

Sabuk V-belt adalah komponen yang digunakan sebagai penghubung antara pulley pada motor listrik dengan pulley pada poros tabung ayakan pasir sehingga bisa berputar.

3.4.7 Solar Cell

Berfungsi untuk mengubah energi panas matahari menjadi energi listrik yang kemudian disalurkan ke solar charge atau aki sebagai penyimpan arus yang di konversikan dengan inverter sebagai pengubah arus DC ke AC agar bisa di gunakan untuk menjalankan motor listrik.

3.4.8 Inverter VFD

Berfungsi sebagai pengontrol atau pengaturan gerak (*drive*) yang bekerja dengan cara mengubah frekuensi dari sebuah motor AC yang sudah dihubungkan.

3.4.9 Motor Listrik

Motor listrik berfungsi sebagai penggerak utama sistem transmisi pada mesin pengayak pasir, motor listrik yang digunakan adalah motor induksi 3 *phase*.

3.5 Perhitungan Daya Motor Listrik

Perencanaan pembuatan suatu alat yang menggunakan motor listrik sebagai motor penggerak terlebih dahulu harus mengetahui serta menentukan nilai-nilai pada motor itu sendiri agar tidak terjadi kesalahan pada saat motor mengoperasikan mesin pengayak pasir tersebut. Pada gambar 3.6 dibawah ini adalah gambar motor 3 fase yang akan digunakan sebagai penggerak mesin ayak pasir. Berikut perhitungan dari motor 3 fase tersebut:

Diketahui :

- P (daya aktif) = 0,55 kw = 550 watt
- faktor daya = 0,75 cosφ
- H P (daya kuda motor) = 0,74 Hp = 550 watt
- V (tegangan) = 220/380V
- f (frekuensi) = 50 Hz

Penyelesaian :

- a) Persamaan 3.1 : menghitung jumlah kutub motor:

$$n = \frac{60 \cdot f}{p} \text{ (persamaan 3.1)}$$

$$1500 = \frac{60 \cdot 50}{p}$$

$$p = \frac{3.000}{1.500}$$

$p = 2$ pasang kutub

Jadi jumlah kutub adalah $2 \times 2 = 4$ kutub.

- b) Persamaan 3.2 : menghitung kecepatan sinkron motor:

$$n_s = \frac{120 \cdot f}{p}$$

$$n_s = \frac{120 \cdot 50}{4}$$

$$n_s = \frac{6000}{4}$$

$$n_s = 1500 \text{ rpm}$$

Jadi kecepatan sinkron motor tersebut adalah = 1500 rpm

- c) Persamaan 3.3 : menghitung arus motor :

$$I = \frac{P}{V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\phi}$$

$$I = \frac{550 \text{ watt}}{220 \cdot 1.73 \cdot 0,75}$$

$$I = \frac{550}{285,45}$$

$$I = 1,93 \text{ ampere}$$

- d) Persamaan 3.4 : menghitung slip pada motor

$$\% \text{ slip} = \frac{n_s - n}{n_s} \times 100$$

$$\% \text{ slip} = \frac{1500 - 1400}{1500} \times 100 = 6\%$$

jadi % slip pada motor tersebut adalah = 6%

- e) Persamaan 3.5 : menghitung torsi pada motor

$$T = \frac{5252 \times HP}{n}$$

$$T = \frac{5252 \times 0,75}{1400}$$

$$T = \frac{3939}{1400}$$

$$T = 2,82 \text{ lb ft} = 3,83 \text{ Nm}$$

- f) Persamaan 3.6 : menghitung daya pada motor :

$$P = \sqrt{3} \times V \times I$$

$$P = 1.73 \times 220 \times 1,93$$

$$P = 734,558 \text{ VA}$$

Jadi daya untuk motor tersebut sebesar 734,558 Volt Ampere.

$$P = V \times I \times \cos\phi$$

$$P = 220V \times 1,93 \text{ Amp} \times 0,75$$

$$P = 550 \text{ Watt}$$

Maka motor tersebut akan mengkonsumsi daya listrik sebesar 550 Watt.

3.6. Inverter Variable Frequency Drive (VFD)

Pengaturan kecepatan putaran motor 3 fasa di atur menggunakan inverter *Variable Frequency Drive (VFD)* dengan spesifikasi seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.2 Slanvert SB150 Series Smart Frequency Inverter Model : SB150-0,75S2E-F

Rated Input : 1 phase 220V- 240V

47Hz-63Hz

Rated Output : 1 phase 0- Input (V) 0-650Hz, 5A

3.7. Gear Box atau Reducer

Adalah salah satu komponen utama motor yang biasa disebut sebagai sistem penghasil tenaga, *gear box* memiliki fungsi sebagai pengubah tenaga dari motor. *Gear Box atau Speed Reducer* yang digunakan untuk pengubah tenaga dari motor ke mesin ayak pasir ditunjukkan seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.3 Gear Box

Model : WPA

Type : 60

Ratio : 20 : 1

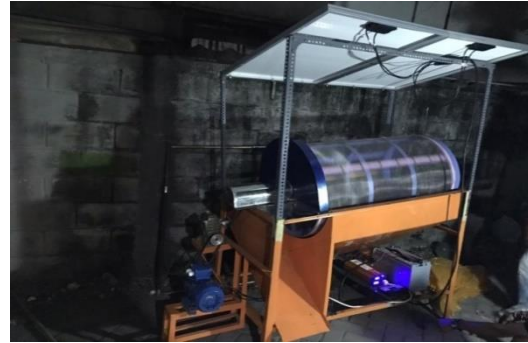
Kesimpulan dari spesifikasi *gear box* yang digunakan dengan type 20 : 1 artinya 20 kali putaran pada as in, maka akan menghasilkan 1 kali putaran pada as out. Maka putaran yang dihasilkan oleh tabung ayak tersebut adalah putaran yang dikeluarkan dari *gear box atau gear reducer*.

4. PENGUJIAN DAN PENGUKURAN

Pada bab ini penulis akan mengungkapkan dan menguraikan mengenai persiapan komponen, dan peralatan yang digunakan untuk melakukan pengujian alat, kemudian menyiapkan data hasil pengukuran yang didapat dari hasil pengukuran tersebut. Pelaksanaan pendataan dengan menggunakan sebuah rangkaian dan dilakukan secara berulang-ulang supaya data yang dihasilkan benar-benar tepat.

4.1 Hasil Perancangan Alat

Tampilan gambar keseluruhan alat pengayak pasir dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1 Desain alat pengayak pasir dengan solar cell

Pada gambar tersebut dapat dilihat bentuk fisik alat pengayak pasir. Pengayak berbentuk tabung diletakan pada bagian tengah mesin. Hasil ayakan dikeluarkan melalui bagian belakang mesin sedangkan kerikil pasir dibuang melalui depan mesin. Mesin pengayak ini dilengkapi dengan panel surya sebagai penghasil sumber energi listrik yang diletakan pada bagian atas tabung pengayak. Untuk baterai, kontrol charger, inverter DC to AC, dan inverter VFD diletakan dibagian samping pembuangan kerikil pasir. Motor penggerak dan gear box diletakan dibagian kiri mesin.

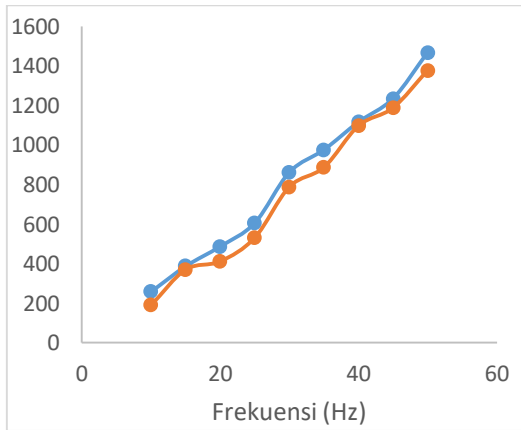
4.2 Pengaruh Frekuensi Terhadap Kecepatan Motor Tanpa Beban dan Motor Yang Diberi Beban

Data hasil pengujian frekuensi terhadap kecepatan motor dan putaran tabung ayak pasir disajikan dalam Tabel 4.1

Tabel 4.1 Kecepatan Motor dengan Beban dan Tanpa Beban

Frekuensi (Hz)	Kecepatan Motor Tanpa Beban (rpm)	Kecepatan Motor dengan Beban (rpm)
10	258,9	191,1
15	371,2	360,5
20	488,7	412,5
25	607,8	532,9
30	863,75	789,6
35	977,4	888,3
40	1117,8	1098,6
45	1236,9	1189,4
50	1469,75	1379

Dari tabel tersebut dibuat hubungan antara frekuensi dengan kecepatan motor tanpa beban dan dengan beban yang disajikan gambar grafik 4.2 berikut.



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Frekuensi dan Kecepatan Putaran Motor

Dari gambar diatas dapat dilihat dengan adanya penambahan frekuensi mengakibatkan kenaikan kecepatan putaran secara linear pada motor tanpa beban. Hal ini berlaku juga pada kecepatan motor dengan beban.

Range kenaikan kecepatan putaran pada motor tanpa beban dan dengan beban relatif sama. Untuk motor tanpa beban *range* kenaikan sebesar ± 200 sedangkan untuk motor dengan beban *range* kenaikan sebesar ± 150 . Perbedaan *range* kenaikan disebabkan karena terdapat tekanan beban pasir yang mengakibatkan kecepatan putaran pada motor yang diberi beban menjadi melambat.

Dari pertimbangan diatas dapat disimpulkan kenaikan frekuensi berbanding lurus dengan kenaikan kecepatan putaran motor tanpa beban dan yang diberi beban.

4.3. Pengaruh Frekuensi Terhadap Kecepatan Putaran Tabung Ayakan Pasir

Putaran yang dihasilkan oleh tabungan ayak tersebut adalah putaran yang dikeluarkan dari *gear box* atau *gear reducer*.

Spesifikasi *gear box* yang digunakan dengan type WPA 60 ratio 20 : 1 artinya 20 kali putaran pada as in, maka akan menghasilkan 1 kali putaran pada as out. Untuk diketahui kecepatan motor 3 fasa adalah 1.500 RPM yang artinya jika menggunakan *gear box* 60 maka didapatkan hasil putaran RPM yang dikeluarkan untuk memutar tabung ayakan dengan rumus sebagai berikut:

$$N_2 = N_1 : \text{Ratio (i)},$$

$$N_2 = 1500 : 60$$

$$N_2 = 25\text{Rpm}$$

Kesimpulan jika frekuensi yang diberikan oleh inverter VFD ke motor penggerak semakin kecil maka *output* putaran *gear box* menuju ke tabung ayakan juga akan semakin kecil, untuk lebih jelasnya

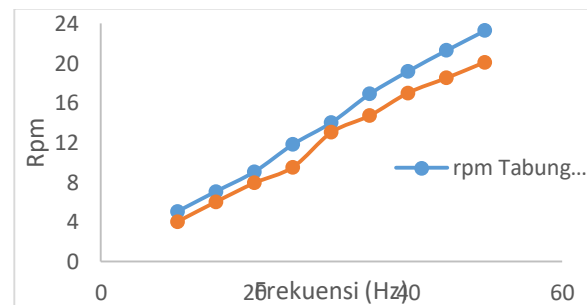
dapat dilihat pada tabel pengukuran di bawah ini dengan frekuensi yang berbeda-beda.

Data hasil pengukuran pada putaran tabung tanpa beban dan ada beban yang dihasilkan dari *gear box* dengan frekuensi berbeda dan diameter dari tabung 60cm disajikan dalam Tabel 4.2

Tabel 4.2 Pengukuran Putaran Tabung Tanpa Beban dan Ada Beban

Frekuensi (Hz)	Kecepatan Putaran Tabung Tanpa Beban (rpm)	Kecepatan Putaran Tabung dengan Beban (rpm)
10	5,02	4
15	7,04	6
20	9,03	7,9
25	11,8	9,5
30	14	13
35	16,9	15
40	19,2	17
45	21,3	18,5
50	23,3	18,5

Dari tabel 4.2 tersebut dibuat hubungan antara frekuensi dengan kecepatan putaran tabung ayakan tanpa beban dan menggunakan beban yang disajikan dalam Grafik 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.2. Grafik Hubungan antara Frekuensi dengan Kecepatan Putaran Tabung Ayak

Dari grafik diatas dapat dilihat dengan adanya kenaikan frekuensi mengakibatkan kenaikan kecepatan putaran pada tabung ayak tanpa beban dan

tabung ayak dengan beban. Hal ini dikarenakan dengan bertambahnya frekuensi menyebabkan perputaran motor semakin cepat sehingga perputaran tabung ayakan juga semakin bertambah.

Range kenaikan kecepatan putaran dari tabung tanpa beban dan tabung yang diberi beban relatif konstan dari frekuensi 10 Hz sampai frekuensi 50 Hz. Akan tetapi kecepatan putaran pada tabung ayak tanpa beban lebih cepat dibandingkan dengan kecepatan pada tabung ayak yang diberi beban. Hal ini dikarenakan pada tabung ayak yang diberi beban terjadi hambatan yang disebabkan oleh tekanan dari berat pasir. Tekanan ini menyebabkan kecepatan putaran motor menjadi berkurang.

Dari pertimbangan diatas dapat disimpulkan frekuensi berbanding lurus dengan kecepatan perputaran tabung. Semakin besar frekuensi maka semakin besar pula kecepatan perputaran tabung, begitupun sebaliknya.

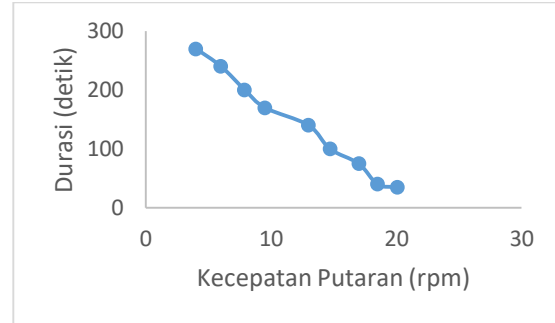
4.4. Hubungan antara Kecepatan Putaran Tabung dengan Durasi Pengayakan

Data hubungan antara kecepatan putaran tabung dengan durasi pengayakan disajikan dalam Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3. Hubungan antara Kecepatan Putaran Tabung dengan Durasi Pengayakan

Kecepatan Putaran tabung (rpm)	Durasi (detik)
4	270
6	240
7,9	200
9,5	170
13	140
14,7	100
17	75
18,5	40
20,1	35

Dari data pada Tabel 4.3, dibuat grafik hubungan antara kecepatan putaran tabung dengan durasi pengayakan pada Grafik 4.3 di bawah ini.



Gambar 4.3. Grafik Hubungan antara Kecepatan Putaran Tabung dengan Durasi Pengayakan

Dari gambar diatas dapat dilihat semakin besar kecepatan putaran tabung ayak menyebabkan semakin rendah durasi pengayakan. Hal ini dikarenakan dengan semakin cepatnya putaran maka gaya yang dikenakan pada pasir semakin besar.

Dari grafik dapat dilihat pada kecepatan putaran 18,5 rpm ke 20,1 rpm, durasi beda pengayakan semakin kecil. Hal ini dikarenakan gaya yang dikenakan pada pasir hampir mencapai titik maksimum.

Dari pertimbangan diatas dapat disimpulkan semakin tinggi kecepatan putaran akan menyebabkan semakin rendah durasi pengayakan dan durasi pengayakan akan konstan pada kecepatan putaran maksimum.

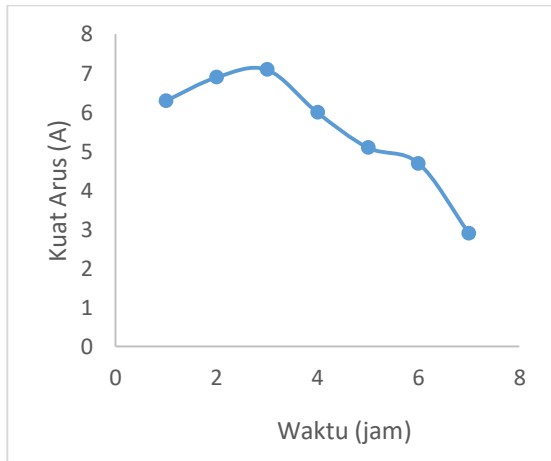
4.5. Hubungan antara Waktu Penggunaan Panel Surya terhadap Banyak Arus yang Dihasilkan

Data waktu penggunaan panel surya dan arus yang dihasilkan disajikan dalam Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4. Data Waktu Penggunaan Panel Surya dan Kuat Arus yang Dihasilkan

Waktu (jam)	Jam ke-	Kuat Arus (A)
10.00	1	6,3
11.00	2	6,9
12.00	3	7,1
13.00	4	6
14.00	5	5,1
15.00	6	4,7
16.00	7	2,9

Dari Tabel 4.4, dibuat grafik hubungan antara waktu penggunaan Panel Surya terhadap Kuat Arus yang dihasilkan yang disajikan pada Grafik 4.6 berikut.



Gambar 4.4. Grafik Hubungan antara Waktu Penggunaan Panel Surya terhadap Kuat Arus yang Dihasilkan

Dari grafik hubungan diatas dapat dilihat bahwa hubungan antara waktu penggunaan panel surya terhadap kuat arus yang dihasilkan bersifat fluktuatif. Hal ini dibuktikan dengan adanya kenaikan dari jam ke-1 sampai jam ke-6 yaitu dari jam 10.00 sampai 12.00. Kemudian dari jam ke-3 sampai jam ke-7, terjadi penurunan jumlah arus yang dihasilkan.

Pada jam ke-1 sampai ke-3 terjadi kenaikan disebabkan karena pada saat matahari berada pada titik puncak. Sedangkan pada jam ke-3 sampai ke-7, matahari kembali turun hingga terbenam.

Maka dapat disimpulkan, banyaknya arus yang dihasilkan bergantung pada banyaknya panas yang diterima oleh panel surya. Semakin besar panas yang diterima maka semakin besar pula arus listrik yang dihasilkan. Panas maksimum yang diterima panel terletak pada jam ke-3 yaitu jam 12.00 lalu mengalami penurunan mulai dari jam 13.00 sampai matahari terbenam.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan:

1. Pengatur kecepatan pada mesin pengayak pasir dapat memperpanjang umur mesin pengayak dan menghemat biaya pemakaian energi.
2. Dengan adanya penambahan frekuensi dari 10-50 Hz menyebabkan peningkatan kecepatan putaran motor dan tabung ayak.
3. Beban pasir berpengaruh terhadap kecepatan putaran motor. Semakin

tinggi beban pasir maka semakin rendah kecepatan putaran motor, begitupun sebaliknya.

4. Semakin cepat putaran motor maka semakin singkat waktu pengayakan sampai konstan pada titik maksimum.
5. Semakin besar cahaya matahari yang diterima Panel Surya, maka semakin besar Arus yang dihasilkan.

5.2 Saran

Setelah melakukan pembuatan dan penelitian alat, maka kami menyarankan:

1. Penggunaan inverter VFD perlu penelitian lebih lanjut agar dapat memaksimalkan kinerja kerja sehingga masyarakat awam bisa mengetahui betapa pentingnya menggunakan inverter VFD.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk Energi Baru Terbarukan seperti sinar matahari, agar penggunaannya bisa ke skala yang lebih besar lagi.
3. Mesin ayak pasir ini diharapkan nanti kedepannya bisa lebih banyak diproduksi dan hasil produksinya bisa untuk penggunaan dengan skala yang besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Fattah, Fanni. 2017. "Rancang Bangun Alat Pengayak Pasir Otomatis." *Jurnal Teknik Mesin* 1 (1): 1-17.
- Gomgom dan Effendi Ishak, 2014. *Penerapan Variable Frequency Drive Pada Motor Fuel Screw Fedeer Untuk Bahan Bakar Pada Sistem Boiler Di P.T. Lontar Papyrus Pulp & Paper Industry*: Volume 2, No. 1, Januari 2014, *Jurnal Desiminasi Teknologi*.
- <http://www.lamudi.co.id/journal/2014-satu-tahun-di-batas-real-estate/> (diakses pada tanggal 1 Juli 2020)
- <https://teknikelektronika.com/2020-pengertian-sel-surya-solar-cell-prinsip-kerja-sel-surya/> diakses pada tanggal 1 Juli 2020)
- <http://zoniaelektro.net/motor-ac/2015-Teori-Motor-AC-Dan-Jenis-Motor-AC>. (diakses pada tanggal 1 Juli 2020)

Margiono,Abdil,“ *Jenis-jenis dan Aksesoris Kabel Tray*”<http://margionoabdil.co.id/2015/04/jenis-jenis-dan-aksesoriskabel-tray.html>, 1 Juli 2020. (diakses pada tanggal 1 Juli 2020)

Parekh, R. 2003. "AC Induction Motors Fundamentals." AN887 Microchip Technology Inc. Amerika Serikat.

Perdana , Ary, dan Rusdiyantoro. 2013. "Rancangan Pembuatan Mesin Pengayak Pasir Untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja Operator." Jurnal Teknik , 11 (02): 41-45.

Ridho'i, Ahmad, dan Aris Heri Andriawan. 2016. *Penerapan Atmega8 Untuk Mengukur Tegangan Keluaran Solar Cell Monocrysteline Dan Polycrysteline*, Vol. 01, No. 01, Hal 81-92.

Yani, Ahmad. 2016. "Pengaruh Penambahan Alat Pencari Arah Sinar Matahari Dan Lensa Cembung Terhadap Daya Output Solar Cell" , 5 (2): 83.