
RANCANG BANGUN ALAT UJI PRESTASI MOTOR 3 FASA DENGAN MENGGUNAKAN INVERTER VFD JENIS XY5-AT1 (MODEL AT1-1500X) DAN PEMBEBANAN TAMBAHAN DENGAN SISTEM REM HIDROLIK

Oleh

Dudi Suparyogi¹, Ade Buhori²

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kebangsaan

Republik Indonesia

Jl. Terusan Halimun No.37, Lkr. Sel., Kec. Lengkong, Kota Bandung, Jawa Barat 40263

e-mail: ¹dudisuparyogi@ukri.ac.id, ²adebuhori@gmail.com

Article History:

Received: 03-10-2024

Revised: 24-10-2024

Accepted: 06-11-2024

Keywords:

Inverter, Efficiency, Electric Power, Motor, Cheap

Abstract: *The 3-phase motor performance test equipment with rotation adjustment using the inverter model AT1-1500X and additional loading with a hydraulic brake system is designed in such a way as to obtain representative experimental data so that it can be used as a reference to implementations in real life because this tool can optimize the use of power so that the electricity used will be less than not using the tool, or in other words the efficiency of using electric power while slowing down the damage to the tool used, whether it is a motor as a driver or a tools that is drive like a motor or a load other tools used can be easily adjusted the rotational speed and torque as needed by simply changing the frequency value (Hz) via a potentiometer switch installed on the panel, the operating pattern mentioned above is the main factor in the process of creating efficient use of electric power and inverters with single phase input and 3-phase output can be used at home where the inverter can operate a 1-phase motor by simply connecting the "W" terminal as phase and "U" as neutral so that home appliances can be regulated using electric power to make it more economical and cheap to finance*

PENDAHULUAN

Kemajuan industri di negara kita mengalami perkembangan yang pesat, baik di bidang industri skala besar, menengah maupun skala rumahan. Sejalan dengan perkembangan tersebut kebutuhan akan peralatan produksi yang tepat sangat diperlukan agar dapat meningkatkan efisiensi waktu dan biaya. Sebagian besar dari peralatan industri seperti yang digunakan dalam alat uji prestasi yang dibuat menggunakan tenaga listrik sebagai penggerak utama, salah satunya adalah motor listrik 3 fasa. Dan motor induksi 3 fasa adalah motor yang paling banyak digunakan saat ini, karena memiliki konstruksi yang sederhana, relatif murah, lebih ringan dan memiliki efisiensi yang tinggi serta mudah dalam pemeliharannya dibandingkan dengan motor DC. tetapi pengaturan kecepatan dan torsi motor induksi bukanlah suatu permasalahan yang mudah untuk dilakukan. Oleh sebab itu

diperlukan teknologi yang tepat untuk dapat mengatur putaran motor induksi yang stabil.

Pengendalian kecepatan motor dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya yaitu dengan mengubah jumlah pasangan kutub atau dengan pengaturan frekuensi. Pengaturan kecepatan motor dengan prinsip pengaturan frekuensi dapat dilakukan dengan menggunakan inverter. Cara pengaturan kecepatan ini adalah paling mudah dan efektif apabila dibandingkan dengan yang lain, terutama untuk motor induksi.

Maka dalam rancang bangun alat uji prestasi motor 3 fasa dengan pengendalian putaran motor dengan metoda pengaturan frekuensi dan pembebanan akan membuktikan sejauh mana efisiensi penggunaan daya listrik sesuai operasional yang diharapkan yang semula jika motor tersebut dioperasikan dengan frekuensi 100% atau 50Hz maka akan mengkonsumsi listrik sebesar 1500 watt atau 1.5 kw sesuai spesifikasi motor yang digunakan, sedangkan jika dengan metoda pengaturan frekuensi maka owner atau pemilik fasilitas bisa mengatur penggunaan daya listrik sesuai operasi yang diharapkan jadi penggunaan daya listrik bisa lebih rendah bahkan bisa turun hingga 50% atau setara 750 Watt, dan alat yang digunakan untuk pengaturan frekuensi adalah menggunakan inverter VFD jenis XYS-AT1 (model AT1-1500X) dengan *input* 1 fasa dan *output* 3 fasa 220-380 Volt, sehingga bisa digunakan di rumah dengan menggunakan listrik PLN 1 fasa sebagai sumbernya.

Yang menjadi pokok permasalahan dalam rancang bangun alat uji prestasi motor 3 fasa dengan menggunakan inverter VFD jenis XYS-AT1 (model AT1-1500X) dan penambahan pembebanan dengan sistem rem hidrolis adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana motor induksi 3-fasa dapat diatur atau dikendalikan kecepatannya sesuai kebutuhan dilapangan.
2. Perubahan apa yang akan terjadi ketika putaran motor dikendalikan dengan inputan frekuensi 25% (12.5Hz), 50% (25Hz), 75% (37.5Hz) dan terakhir di maksimum frekuensi yaitu 100% (50Hz)
3. Pada frekuensi berapa idealnya motor tersebut dapat beroperasi dengan aman dan tetap memperhitungkan penurunan konsumsi listrik dan meminimalisir kerusakan pada semua komponen yang terhubung.

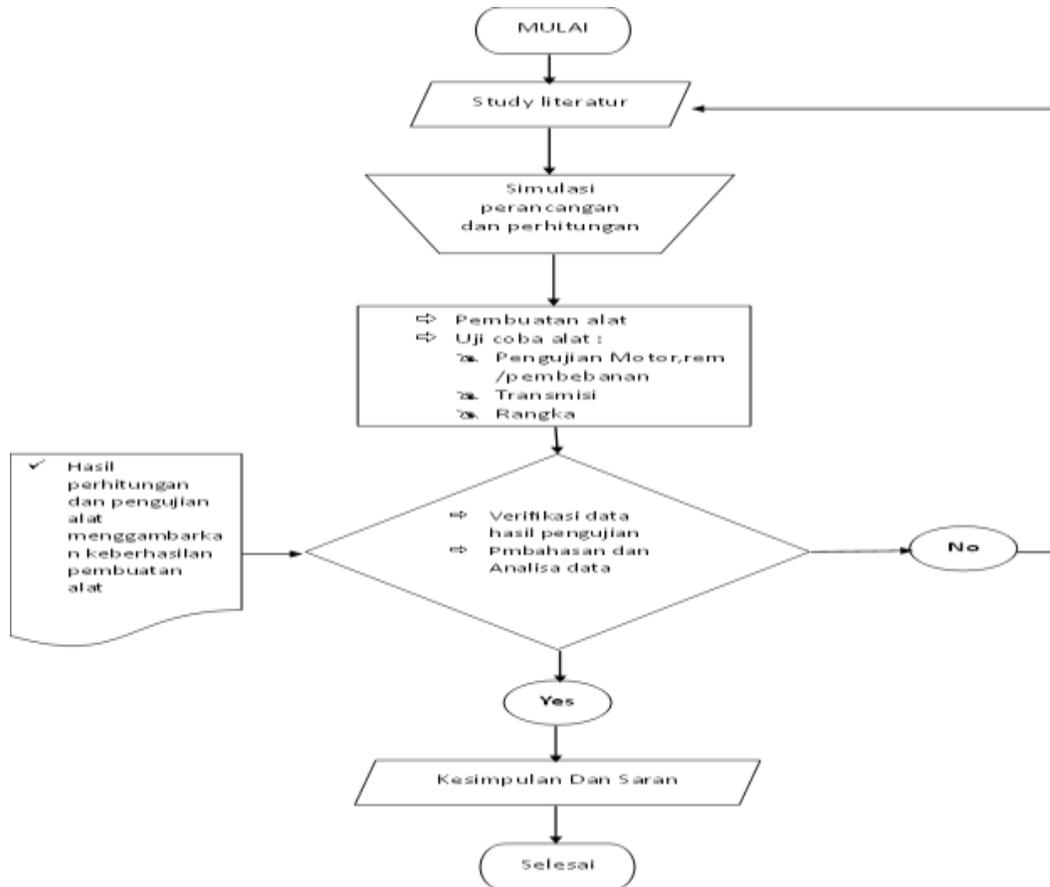
Tujuan rancang bangun alat uji prestasi motor 3 Fasa ini adalah untuk melakukan percobaan efisiensi penggunaan daya listrik atau menghemat biaya listrik yang timbul akibat operasional yang berlebih dimana motor induksi 3 fasa akan dikendalikan dengan bantuan alat inverter VFD jenis XYS-AT1 (model AT1-1500X) dengan input 1 fasa dan output 3 fasa 220-380 Volt yaitu dengan metode pengaturan frekuensi sekaligus tegangan dan keuntungan lain yang akan didapat adalah bisa meminimalisir atau memperlambat kerusakan terhadap motor induksi 3 Fasa atau terhadap peralatan dan beban yang diputar, sehingga akan meminimalkan pengeluaran untuk biaya perawatan dari peralatan itu sendiri karena pola operasinya dapat dikendalikan sesuai dengan kebutuhan operasional yang diinginkan oleh pengunannya.

Manfaat dari alat uji prestasi motor 3-fasa ini dapat digunakan nantinya oleh para mahasiswa teknik mesin di laboratorium Universitas Kebangsaan Republik Indonesia (UKRI) untuk praktik uji prestasi motor 3 fasa atau bahkan memungkinkan untuk melakukan analisa kekurangan-kekurangan yang penulis belum bahas dalam kesempatan ini, dan selebihnya dapat memberikan tambahan ilmu, khususnya bagi diri saya pribadi umumnya untuk semua

yang memerlukan informasi tentang pengaplikasian alat inverter VFD

METODE PENELITIAN

Metode rancang bangun alat uji prestasi yang digunakan adalah metode eksperimental desain yang bertujuan untuk mengontrol semua variabel luar yang mempengaruhi jalannya eksperimen sehingga akan mendapatkan kualitas perancangan sesuai yang diharapkan. Tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut



Pada mulanya penulis setelah tercetus ide maka dilakukan :

1. Study literatur dimana proses ini mengumpulkan sebanyak mungkin informasi atau pembahasan mengenai peralatan yang akan digunakan seperti Motor 3 fasa, Inverter, sistem rem hidrolik sebagai, sistem pengukur daya, pengukur kecepatan putar roda atau poros dan lain lain, dilanjutkan dengan melakukan draf gambar untuk rangka, kelistrikan
2. Simulasi perencanaan dan perhitungan alat yang akan digunakan, setelah dipastikan cukup dan alat-alat telah terkumpul dilanjutkan tahapan selanjutnya.
3. fabrikasi rangka atau pembuatan rangka menggunakan bahan besi hollow dimana pada bagian rangka utama menggunakan besi St 37 dengan dimensi 40 mm x 40 mm x1,5 mm dan lainnya menggunakan Hollow 30 mmX30 mm X1.5 mm dan sebagai penopang untuk Panel listrik menggunakan hollow 20 mm X20 mmX 1.5mm dan Plat 1.7mm digunakan untuk pembuatan panel kelistrikan, setelah selesai proses pembuatan rangka sampai pengecatan dilanjutkan dengan memasang peralatan

sesuai dengan gambar yang sudah dibuat dan kemudian pekerjaan pengkabelan mulai dari panel hingga ke peralatan yang dapat dikontrol dari panel dan panel listrik tersebut dibuat dengan sistem pengaman yang berlapis mulai dari pemasangan MCB dan *emergency push button* dan kontrol temperatur untuk mengamankan motor supaya tidak terjadi *overheat* saat dilakukan pengetesan atau percobaan nantinya, selanjutnya dilakukan pengetesan secara bertahap sesuai SOP untuk alat tersebut setelah proses ini selesai dilanjutkan dengan percobaan dimana percobaan ini dilakukan untuk pengambilan data sebanyak 5 tahapan untuk pembuktian dalam hal efisiensi penggunaan daya listrik,

4. Verifikasi data perhitungan dan analisa data yang telah diambil
5. Dan terakhir menyimpulkan dan menerima saran atau masukan dari team penguji yang ditujukan untuk perbaikan dimasa yang akan datang.

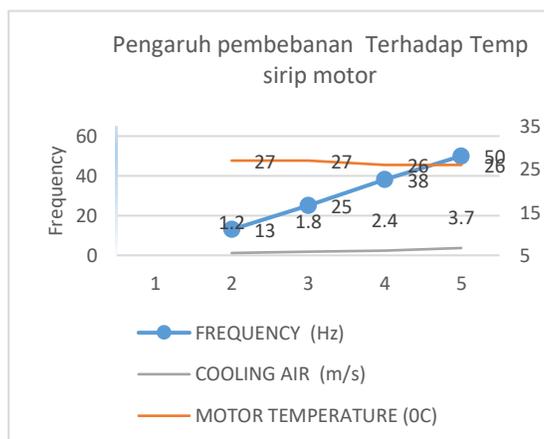
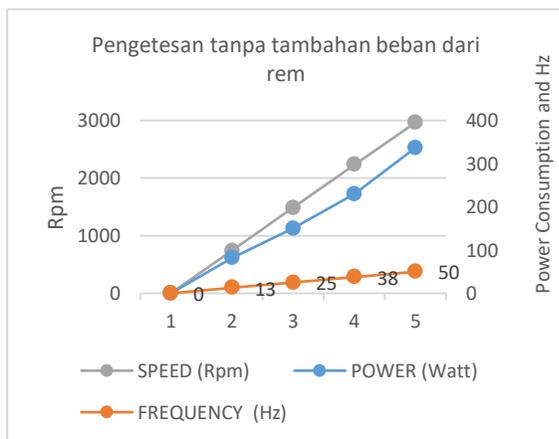
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Dari hasil pengambilan data dimana dilakukan 5 tahapan yang berbeda yaitu:

Tabel 1 Pengujian ke1 dengan beban 7.1 kg tanpa penambahan pembebanan dari rem hidrolik

| NO | INPUT PARAMETER | | | | | | OUT PUT PARAMETER | | | | | | | |
|----|-----------------|------------------|-------|--------------|-----------------|-------------|-------------------|-----|-----|----------------------------------|-----|-----|-------------------------|-------------------|
| | VOLTGE (Volt) | PF (Cos ϕ) | I (A) | POWER (Watt) | FREQUENC Y (Hz) | SPEED (Rpm) | CURRENT PHASA (A) | | | VOLTGE INPUT MOTOR 3PHASA (Volt) | | | MOTOR TEMPER ATURE (°C) | COOLING AIR (m/s) |
| | | | | | | | W | V | U | WU | VU | WV | | |
| 1 | 237 | 0,45 | 0,8 | 82 | 13 | 737 | 1,2 | 1,5 | 1,3 | 153 | 158 | 155 | 27 | 1,2 |
| 2 | 236 | 0,5 | 1. | 150 | 25 | 1487 | 2,3 | 2 | 2,2 | 211 | 210 | 211 | 27 | 1,8 |
| 3 | 234 | 0,54 | 1,8 | 230 | 38 | 2234 | 2,7 | 2,2 | 2,3 | 268 | 266 | 269 | 26 | 2,4 |
| 4 | 233 | 0,59 | 2,7 | 337 | 50 | 2966 | 2,5 | 2,4 | 2,4 | 300 | 302 | 311 | 26 | 3,7 |



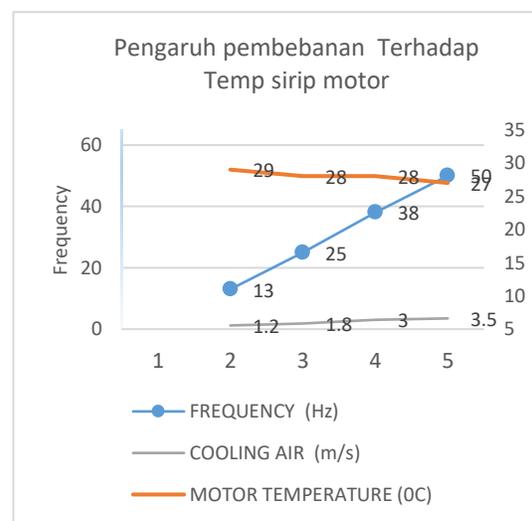
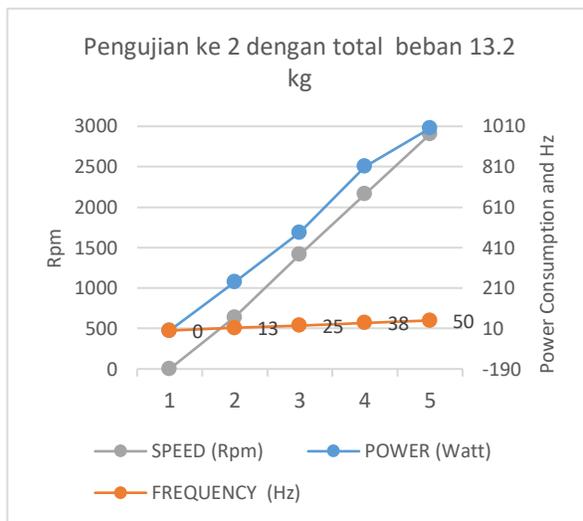
Keterangan :

Maksimum temperatur berada pada putaran rendah dengan pembebanan hanya 7.1kg dari berat roda beserta aksesoris yang terpasang pada roda adalah 270C jadi semakin kencang putaran maka temperatur akan turun dikarenakan udara pendingin semakin kencang di

3.7m/s.

Tabel 2 Pengujian ke 2 dengan total beban 13.2 kg

| NO | INPUT PARAMETER | | | | | | OUT PUT PARAMETER | | | | | | | |
|----|-----------------|------------------|-------|--------------|-----------------|-------------|-------------------|-----|-----|----------------------------------|-----|-----|-------------------------|-------------------|
| | VOLTGE (Volt) | PF (Cos ϕ) | I (A) | POWER (Watt) | FREQUENC Y (Hz) | SPEED (Rpm) | CURRENT PHASA (A) | | | VOLTGE INPUT MOTOR 3PHASA (Volt) | | | MOTOR TEMPER ATURE (°C) | COOLING AIR (m/s) |
| | | | | | | | W | V | U | WU | VU | WV | | |
| 1 | 237 | 0,54 | 1,9 | 240 | 13 | 639 | 2 | 2 | 1,9 | 156 | 155 | 160 | 29 | 1,2 |
| 2 | 236 | 0,62 | 3,3 | 485 | 25 | 1416 | 3 | 3 | 2,8 | 210 | 208 | 208 | 28 | 1,8 |
| 3 | 234 | 0,66 | 5,2 | 812 | 38 | 2165 | 3,6 | 3,6 | 3,3 | 258 | 217 | 266 | 28 | 3 |
| 4 | 233 | 0,68 | 6,5 | 1000 | 50 | 2903 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 299 | 26 | 291 | 27 | 3,5 |

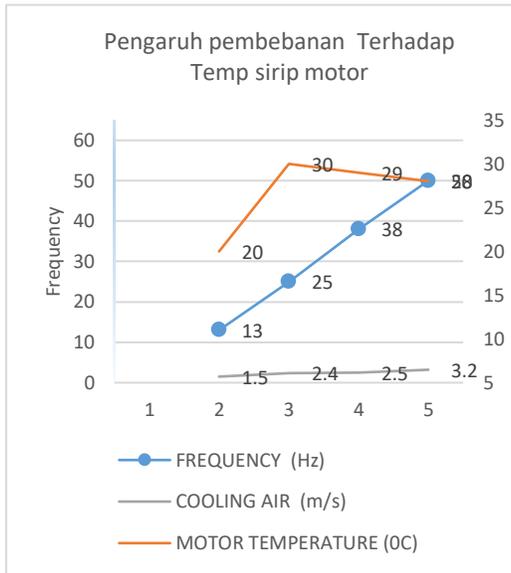
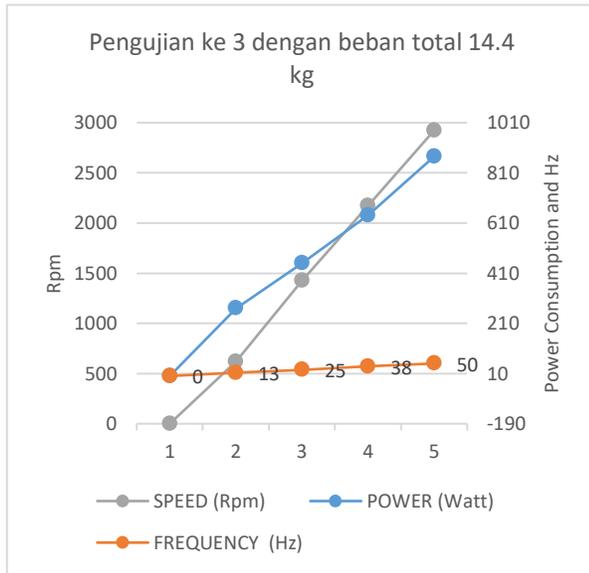


Keterangan :

Temperatur cenderung lebih tinggi mencapai 290C ketika motor berada pada putaran rendah dengan total pembebanan 13.2kg (beban roda 7.1kg /0,7240kgf dan ditambah beban 0,625 kgf / 6.125kg yang dihasilkan dari tekanan minyak 5 psi), jadi semakin kencang putaran motor /RPM maka temperatur akan turun dikarenakan udara pendingin yang ditimbulkan kipas motor semakin tinggi mencapai 3.5m/s.

Tabel 3 Pengujian ke 3 dengan beban total 14.4 kg

| NO | INPUT PARAMETER | | | | | | OUT PUT PARAMETER | | | | | | | |
|----|-----------------|------------------|-------|--------------|-----------------|-------------|-------------------|-----|-----|----------------------------------|-----|-----|-------------------------|-------------------|
| | VOLTGE (Volt) | PF (Cos ϕ) | I (A) | POWER (Watt) | FREQUENC Y (Hz) | SPEED (Rpm) | CURRENT PHASA (A) | | | VOLTGE INPUT MOTOR 3PHASA (Volt) | | | MOTOR TEMPER ATURE (°C) | COOLING AIR (m/s) |
| | | | | | | | W | V | U | WU | VU | WV | | |
| 1 | 237 | 0,56 | 2 | 270 | 13 | 618 | 2,3 | 2,5 | 2,8 | 168 | 168 | 169 | 20 | 1,5 |
| 2 | 236 | 0,61 | 3 | 450 | 25 | 1426 | 2,8 | 2,6 | 2,5 | 217 | 214 | 214 | 30 | 2,4 |
| 3 | 234 | 0,65 | 4,2 | 641 | 38 | 2174 | 3,1 | 2,8 | 2,7 | 254 | 254 | 264 | 29 | 2,5 |
| 4 | 233 | 0,67 | 5,6 | 875 | 50 | 2923 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 302 | 302 | 302 | 28 | 3,2 |

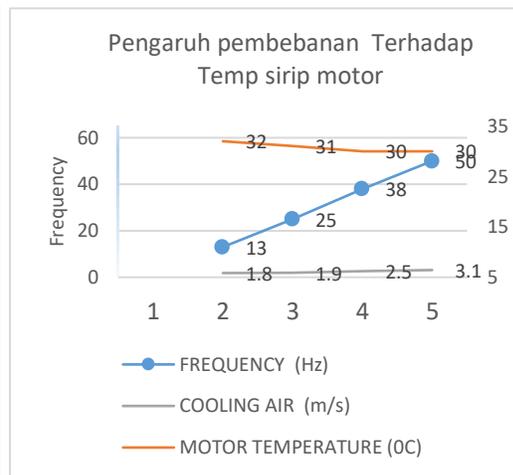
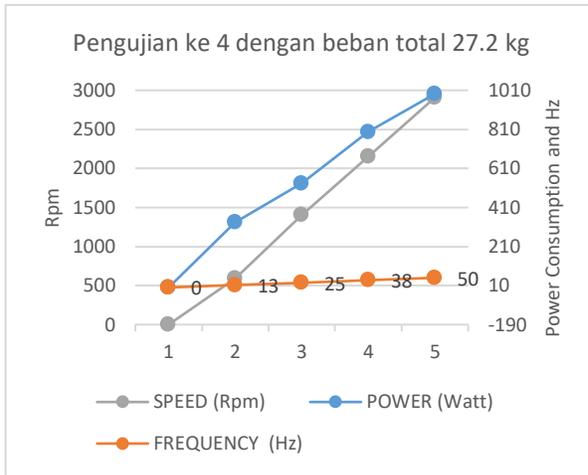


Keterangan :

Temperatur cenderung lebih tinggi mencapai 30°C ketika motor berada pada putaran rendah dengan total pembebanan 14.4kg (beban roda 7.1kg /0,7240kgf dan ditambah beban 0,7454 kgf / 7.3kg yang dihasilkan dari tekanan minyak 6 psi), jadi semakin kencang putaran motor /RPM maka temperatur akan turun dikarenakan udara pendingin yang ditimbulkan kipas motor semakin tinggi mencapai 3.2m/s.

Tabel 4 Penguujian ke 4 dengan total beban 27.2 kg

| NO | INPUT PARAMETER | | | | | | OUT PUT PARAMETER | | | | | | | |
|----|-----------------|------------------|-------|--------------|-----------------|-------------|-------------------|-----|-----|----------------------------------|-----|-----|-------------------------|-------------------|
| | VOLTGE (Volt) | PF (Cos ϕ) | I (A) | POWER (Watt) | FREQUENC Y (Hz) | SPEED (Rpm) | CURRENT PHASA (A) | | | VOLTGE INPUT MOTOR 3PHASA (Volt) | | | MOTOR TEMPER ATURE (°C) | COOLING AIR (m/s) |
| | | | | | | | W | V | U | WU | VU | WV | | |
| 1 | 237 | 0,58 | 2,5 | 334 | 13 | 591 | 3,2 | 3 | 3,1 | 175 | 167 | 175 | 32 | 1,8 |
| 2 | 236 | 0,62 | 3,6 | 534 | 25 | 1407 | 3,2 | 3 | 2,8 | 211 | 209 | 213 | 31 | 1,9 |
| 3 | 235 | 0,65 | 5,2 | 797 | 38 | 2153 | 3,6 | 3,2 | 3,3 | 230 | 274 | 255 | 30 | 2,5 |
| 4 | 234 | 0,68 | 6,2 | 992 | 50 | 2909 | 3,7 | 3,7 | 3,6 | 294 | 292 | 291 | 30 | 3,1 |

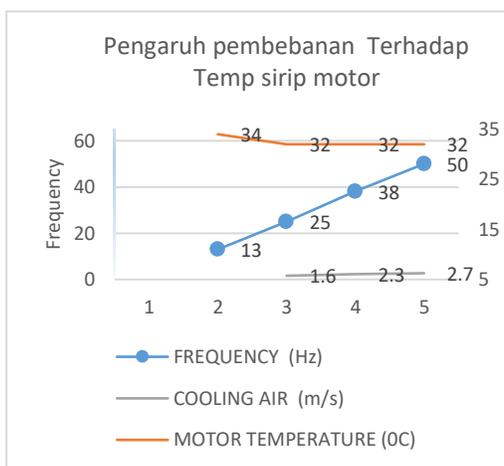
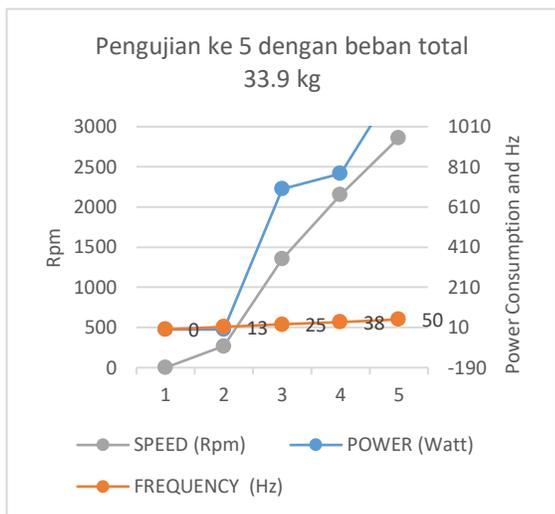


Keterangan :

Temperatur cenderung lebih tinggi mencapai 32^oC ketika motor berada pada putaran rendah dengan total pembebanan 27.2kg (beban roda 7.1kg /0,7240kgf dan ditambah beban 2,0498 kgf / 20,08kg yang dihasilkan dari tekanan minyak 7,5 psi), jadi semakin kencang putaran motor /RPM maka temperatur akan turun dikarenakan udara pendingin yang ditimbulkan kipas motor semakin tinggi mencapai 3.1m/s.

Tabel 5 Pengujian ke 5 dengan totl beban 33.9 kg

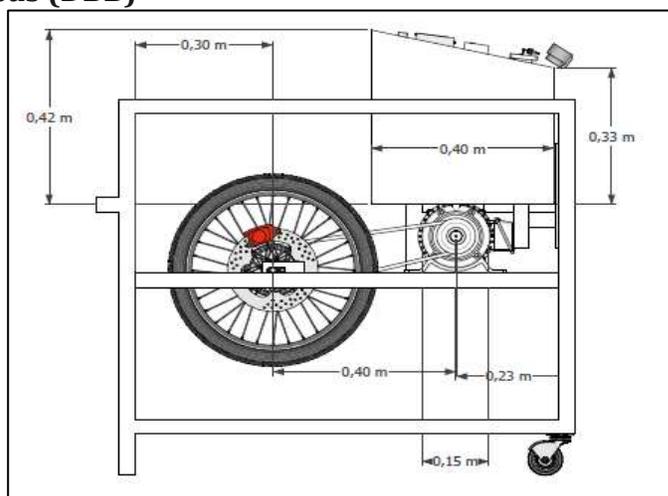
| NO | INPUT PARAMETER | | | | | | OUT PUT PARAMETER | | | | | | | | |
|----|-----------------|------------------|-------|--------------|-----------------|-------------|-------------------|-----|-----|----------------------------------|-----|-----|------------------------------------|-------------------|--|
| | VOLTGE (Volt) | PF (Cos ϕ) | I (A) | POWER (Watt) | FREQUENC Y (Hz) | SPEED (Rpm) | CURRENT PHASA (A) | | | VOLTGE INPUT MOTOR 3PHASA (Volt) | | | MOTOR TEMPER ATURE ($^{\circ}$ C) | COOLING AIR (m/s) | |
| | | | | | | | W | V | U | WU | VU | WV | | | |
| 1 | 237 | | | | 13 | 269 | | | | | | | | 34 | |
| 2 | 236 | 0,64 | 4,6 | 700 | 25 | 1354 | 4,1 | 4,2 | 4,2 | 217 | 216 | 211 | 32 | 1,6 | |
| 3 | 235 | 0,66 | 5,5 | 777 | 38 | 2152 | 4,7 | 4,5 | 4,6 | 259 | 252 | 258 | 32 | 2,3 | |
| 4 | 234 | 0,7 | 7,8 | 1240 | 50 | 2862 | 4,8 | 3,8 | 3,7 | 302 | 303 | 304 | 32 | 2,7 | |



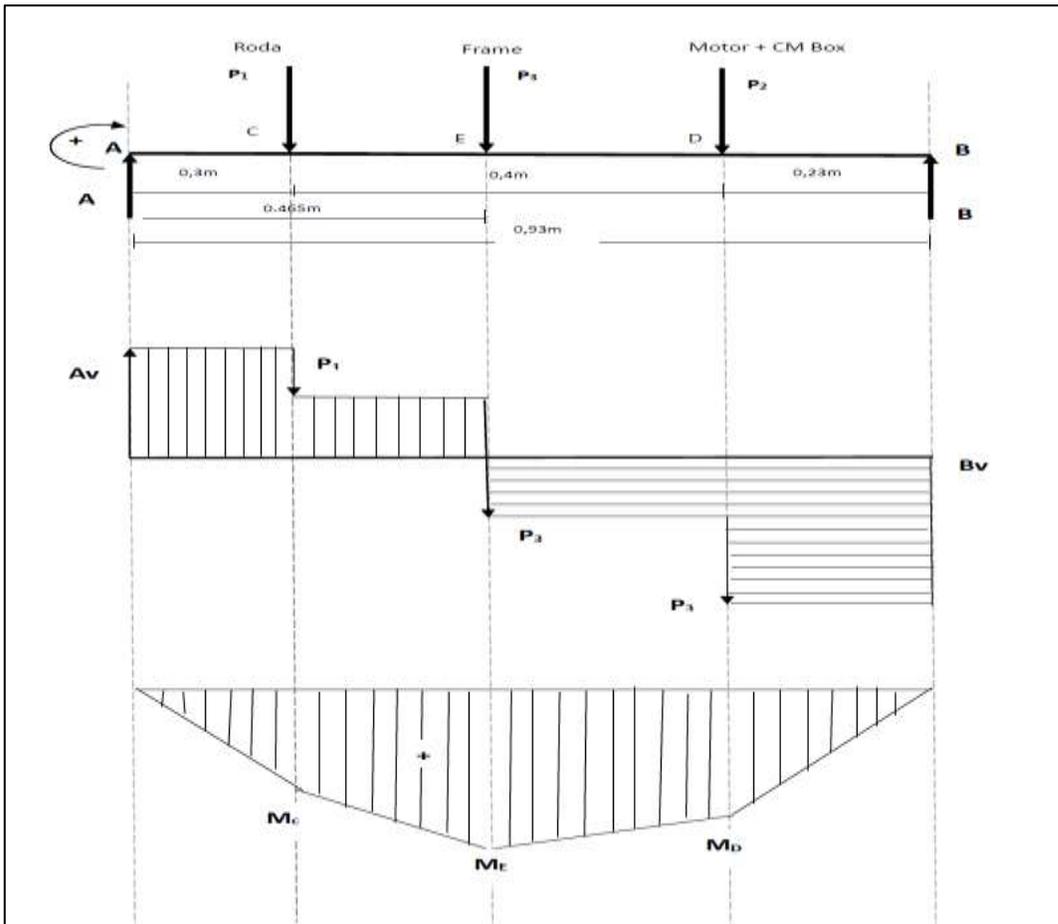
Keterangan :

Pada putaran rendah dengan pembebanan total 33.9 kg (beban roda 7.1kg /0,7240kgf dan ditambah beban 2,733 kgf / 26.8kg yang dihasilkan dari tekanan minyak 10 psi) maka temperatur mencapai 340C dan temperatur semakin meningkat ketika motor dibiarkan diputar rendah jadi idealnya motor dijalankan di frekuensi 50% atau 37.5Hz jadi semakin kencang putaran maka temperatur akan turun dikarenakan torsi motor meningkat dan seiring udara pendingin yang dihasilkan kipas yang tersambung dengan rotor semakin kencang yaitu di 2.3-2.7m/s.

Diagram Benda Bebas (DBB)



Gambar 1 Rangka mesin Uji prestasi Motor 3 fasa



Gambar 2 Diagram benda bebas

Dimana :

$P_1 =$ Berat roda (9.6kg)

$P_2 =$ Berat rangka /frame (30,2kg)

$P_3 =$ Berat Motor dan panel kelistrikan (25 Kg)

Maka =

$$P_1 = m \cdot g$$

$$P_1 = (9.6 \cdot 9.8)$$

$$= 94.08N$$

$$P_3 = m \cdot g$$

$$P_1 = (25 \cdot 9.8)$$

$$= 245 N$$

$$P_2 = m \cdot g$$

$$P_1 = (30,2 \cdot 9.8)$$

$$= 295.96 N$$

Jadi Reaksi reaksi yang terjadi pada setiap tumpuan adalah sebagai berikut

$$\sum M_B = 0$$

$$\begin{aligned}
 A_V \cdot 0,93 - (P_1 \cdot 0,62) - (P_3 \cdot 0,465) - (P_2 \cdot 0,23) &= 0 \\
 A_V \cdot 0,93 - (94,08 \cdot 0,63) - (245 \cdot 0,465) - (295,96 \cdot 0,23) &= 0 \\
 A_V \cdot 0,93 - (59,2704) - (113,925) - (68,0708) & \\
 A_V \cdot 0,93 &= 241,2662 \\
 A_V &= \frac{241,2662}{0,93} \\
 &= 259,4260 \text{ N}
 \end{aligned}$$

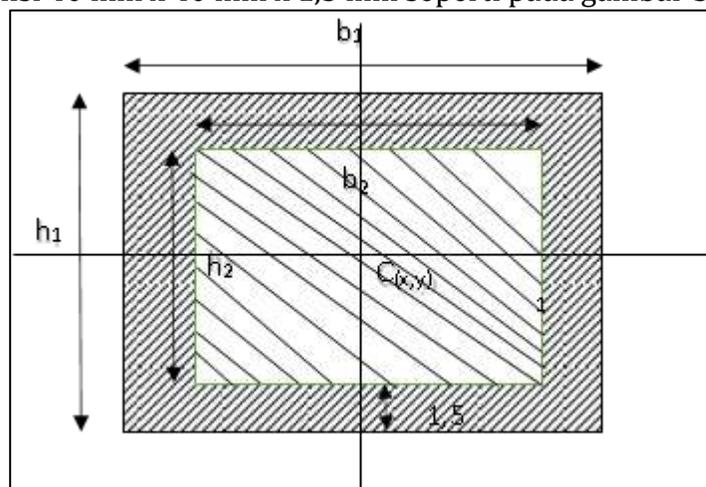
$$\begin{aligned}
 \sum M_A &= 0 \\
 (-B_V \cdot 0,93) + (P_1 \cdot 0,3) + (P_3 \cdot 0,465) + (P_2 \cdot 0,7) &= 0 \\
 (-B_V \cdot 0,93) + (94,08 \cdot 0,3) + (245 \cdot 0,465) + (295,96 \cdot 0,7) &= 0 \\
 -B_V \cdot 0,93 + 28,224 + 113,925 + 207,172 &= 0 \\
 B_V \cdot 0,93 &= 349,321 \\
 B_V &= \frac{349,321}{0,93} \\
 &= 375,6140 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Untuk memastikan bahwa gaya aksi samadengan gaya reaksi yaitu sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 A_V + B_V &= P_1 + P_2 + P_3 \\
 259,4260 + 375,6140 &= 94,08 + 245 + 295,96 \\
 = 635,04 &= 635,04 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Terbukti benar bahwa Gaya aksi sama dengan gaya reaksi yaitu 635,04N

Jadi tegangan yang terjadi pada rangka khususnya bagian tengah yang menerima langsung beban dari alat tersebut dimana rangka yang digunakan berupa besi hollow kotak ST 37 dengan dimensi 40 mm x 40 mm x 1,5 mm seperti pada gambar 3.1



Gambar 3 Penampang Besi Hollow

Dimensi kampuh las:

$$\begin{aligned}
 b_1 &= 40 \text{ mm} & h_1 &= 40 \text{ mm} \\
 b_2 &= 37 \text{ mm} & h_2 &= 37 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$M_E = 105,1098 \text{ N}^m$$

$$\text{Modulus Elastisitas } (E) = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_1 = b_1 \cdot h_1$$

$$= 40 \text{ mm} \cdot 40 \text{ mm}$$

$$= 1600 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = b_2 \cdot h_2$$

$$= 37 \text{ mm} \cdot 37 \text{ mm}$$

$$= 1369 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{total}} = A_1 - A_2$$

$$= 1600 \text{ mm}^2 - 1369 \text{ mm}^2$$

$$= 231 \text{ mm}^2$$

$$Ix_1 = \frac{b_1 - h_1^3}{12}$$

$$Ix_1 = \frac{40 - (40)^3}{12}$$

$$Ix_1 = 213333,33 \text{ mm}^4$$

$$Ix_2 = \frac{b_2 - h_2^3}{12}$$

$$Ix_2 = \frac{37 - (37)^3}{12}$$

$$Ix_2 = 156180,08 \text{ mm}^4$$

$$I_{\text{total}} = I_1 - I_2$$

$$= 213333,33 \text{ mm}^4 - 156180,08 \text{ mm}^4$$

$$= 57153,25 \text{ mm}^4$$

Tegangan yang terjadi pada rangka material ST-37 profil hollow ukuran 40mm x 40 mm x 1,5 mm:

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{M_E}{I} \times \frac{Y}{2}$$

$$= \frac{10510,98 \text{ N}^m}{57153,25 \text{ mm}^4} \times \frac{40}{2}$$

$$= 0,183 \times 20$$

$$\sigma_{\text{max}} = 3,678 \text{ N/mm}$$

Bahan rangka menggunakan ST-37 profil hollow. Sifat-sifat mekanis bahan dapat diperoleh yakni tegangan leleh (σ_m) = 120 MPa, tegangan batas (σ_u) = 140 - 410 MPa, faktor keamanan (n) = 1,67.

Menentukan Tegangan izin:

$$\sigma_{\text{izin}} = \frac{\sigma_u}{n}$$

$$= \frac{140}{1,67}$$

$$\sigma_{\text{izin}} = 8,33 \text{ MPa} = 8,83 \text{ N/mm}^2$$

Nilai yang diperoleh telah sesuai syarat yaitu tegangan yang diizinkan pada rangka besi hollow kotak ST 37 dengan dimensi 40 mm x 40 mm x 1,5 mm $\sigma_{\text{izin}} = 8,83 \text{ N/mm}^2 \geq$ tegangan yang terjadi pada rangka tersebut yaitu $\sigma_{\text{max}} = 3,678 \text{ N/mm}$

Pembahasan

Mengacu pada hasil percobaan yang dilakukan sebanyak 5 kali maka alat uji prestasi yang dirancang dan dibangun dengan mengaplikasikan inverter terbukti dapat melakukan

efisiensi penggunaan daya listrik dengan melakukan pengaturan frekuensi di bawah maksimum operasional dari spesifikasi motor atau alat lain yang digunakan yaitu 50Hz, untuk implementasinya bisa mengatur frekuensi mulai dari 13Hz, 25Hz dan 38Hz atau disesuaikan dengan operasi yang diinginkan sehingga selain akan menurunkan konsumsi pemakaian listrik sekaligus akan memperlambat kerusakan pada alat itu sendiri karena alat tersebut dioperasikan di bawah maksimum operasinya yang selanjutnya akan memberikan gain atau keuntungan yang lebih yaitu meringankan biaya perawatan atau penggantian peralatan di mana hal tersebut adalah suatu yang diharapkan baik di dunia industri atau pun untuk penggunaan rumahan, efisiensi penggunaan daya listrik dapat dihitung menggunakan data daya masukan inverter dan keluaran adalah total penggunaan daya yang terukur pada watt meter yaitu sebagai berikut

Efisiensi yang terjadi pada ngujian ke1 dengan beban 7.1 kg tanpa penambahan pembebanan dari rem hidrolik

| P In (Watt) | P Out (Watt) | Efisiensi (%) |
|-------------|--------------|---------------|
| 189,6 | 82 | 43,24895 |
| 236 | 150 | 63,55932 |
| 421,2 | 230 | 54,60589 |
| 629,1 | 337 | 53,56859 |

Efisiensi yang terjadi pada pengujian ke 2 dengan total beban 13.2 kg

| P In (Watt) | P Out (Watt) | Efisiensi (%) |
|-------------|--------------|---------------|
| 450,3 | 240 | 53,2978 |
| 778,8 | 485 | 62,2753 |
| 1216,8 | 812 | 66,73241 |
| 1514,5 | 1000 | 66,02839 |

Efisiensi yang terjadi pada pengujian ke 3 dengan beban total 14.4 kg

| P In (Watt) | P Out (Watt) | Efisiensi (%) |
|-------------|--------------|---------------|
| 474 | 270 | 56,96203 |
| 708 | 450 | 63,55932 |
| 982,8 | 641 | 65,22182 |
| 1304,8 | 875 | 67,06009 |

Efisiensi yang terjadi pada pengujian ke 4 dengan total beban 27.2 kg

| P In (Watt) | P Out (Watt) | Efisiensi (%) |
|-------------|--------------|---------------|
| 592,5 | 334 | 56,37131 |
| 849,6 | 534 | 62,85311 |

| | | |
|--------|-----|----------|
| 1222 | 797 | 65,22095 |
| 1450,8 | 992 | 68,37607 |

Efisiensi yang terjadi pada pengujian ke 5 dengan total beban 33.9 kg

| P In (Watt) | P Out (Watt) | Efisiensi (%) |
|-------------|--------------|---------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 1085,6 | 700 | 64,48047 |
| 1292,5 | 777 | 60,11605 |
| 1825,2 | 1240 | 67,93776 |

KESIMPULAN

Dari data-data yang terkumpul maka mendapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Motor Induksi 3 fasa dapat diatur kecepatan putarnya dengan mengaplikasikan inverter VFD Jenis XYS-AT1 (model AT1-1500X) dengan masukan daya 1 fasa 220V dan keluaran daya 3fasa 220V-380V. Dimana frekuensi sekaligus daya dapat diatur dan disesuaikan dengan kebutuhan operasional yang diinginkan.
2. Terjadi beberapa perubahan yang signifikan terlihat dari konsumsi listrik, putaran motor menit /rpm dan panas yang terjadi pada motor yang diakibatkan adanya penambahan pembebanan yang diberikan pada sistem rem diantaranya:
 - 1) Pengujian pertama dengan beban hanya 7.1kg tanpa tambahan pembebanan dari rem maka pada frekuensi di 50 Hz dengan Rpm 2966, dan konsumsi listrik mencapai 337 Watt dan temperatur yang terjadi pada sirip motor berada di 26 deg C, dan ketika motor diopeasikan pada fekuensi 75% atau 38Hz pada Rpm 2234 dan konsumsi listrik turun menjadi 230 Watt dan berikutnya motor masih aman dioperasikan sampai frekuensi 50% atau 25 Hz dengan konsumsi listrik 150Watt pada Rpm 1487 dan paling rendah di 25% atau 13Hz dengan mengkonsumsi listrik 80 Watt pada Rpm 737
 - 2) Pengujian ke 2 dengan total beban 13.2 kg, (beban roda 7.1kg /0,7240kgf dan ditambah beban 0,625 kgf / 6.125kg yang dihasilkan dari tekanan minyak 5 psi), maka pada frekuensi di 50 Hz dengan Rpm 2903, dan konsumsi listrik mencapai 1000 Watt dan temperatur yang terjadi pada sirip motor berada di 27 deg C, dan ketika motor diopeasikan pada fekuensi 75% atau 38Hz pada Rpm 2165 dan konsumsi listrik turun menjadi 812 Watt dan berikutnya motor masih aman dioperasikan sampai frekuensi 50% atau 25 Hz dengan konsumsi listrik 485Watt pada Rpm 1416 dan paling rendah di 25% atau 13Hz dengan mengkonsumsi listrik 240 Watt pada Rpm 639
 - 3) Pengujian ke 3 dengan beban total 14.4 kg (beban roda 7.1kg /0,7240kgf dan ditambah beban 0,7454 kgf / 7.3kg yang dihasilkan dari tekanan minyak 6 psi), maka pada frekuensi di 50 Hz dengan Rpm 2923, dan konsumsi listrik mencapai 875 Watt dan temperatur yang terjadi pada sirip motor berada di 28 deg C, dan ketika motor diopeasikan pada fekuensi 75% atau 38Hz pada Rpm 2174 dan konsumsi listrik turun menjadi 641 Watt dan berikutnya motor masih aman dioperasikan sampai frekuensi 50% atau 25 Hz dengan konsumsi listrik 450Watt

pada Rpm 1426 dan paling rendah di 25% atau 13Hz dengan mengkonsumsi listrik 270 Watt pada Rpm 618

- 4) Pengujian ke 4 dengan total beban 27.2 kg, (beban roda 7.1kg /0,7240kgf dan ditambah beban 2,0498 kgf / 20,08kg yang dihasilkan dari tekanan minyak 7,5 psi), maka pada frekuensi di 50 Hz dengan Rpm 2909, dan konsumsi listrik mencapai 992 Watt dan temperatur yang terjadi pada sirip motor berada di 30 deg C, dan ketika motor dioperasikan pada fekuensi 75% atau 38Hz pada Rpm 2153 dan konsumsi listrik turun menjadi 797 Watt dan berikutnya motor masih aman dioperasikan sampai frekuensi 50% atau 25 Hz dengan konsumsi listrik 534Watt pada Rpm 1404 dan paling rendah di 25% atau 13Hz dengan mengkonsumsi listrik 334 Watt pada Rpm 591
 - 5) Pengujian ke 5 dengan total beban 33.9 kg (beban roda 7.1kg /0,7240kgf dan ditambah beban 2,733 kgf / 26.8kg yang dihasilkan dari tekanan minyak 10 psi) maka pada frekuensi di 50 Hz dengan Rpm 2862, dan konsumsi listrik mencapai 1240 Watt dan temperatur yang terjadi pada sirip motor berada di 32 deg C, dan ketika motor dioperasikan pada frekuensi 75% atau 38Hz pada Rpm 2152 dan konsumsi listrik turun menjadi 777 Watt dan berikutnya motor cenderung aman ketika dioperasikan difrekuensi 50% dimana konsumsi listrik 700Watt pada Rpm 1354 dan untuk pengoprasian dengan pembebanan ini tidak direcomendasikan untuk dirunning pada prekuensi 25% karena daya kurang cukup untuk mengerjakan rotor dengan aman dimana akan menimbulkan rugi -rugi yang akan merusak kondisi dari motor 3 fasa. Kemungkinannya akan terjadi overheat.
3. Berdasarkan lima tahapan pengetesan yang telah dilakukan maka dapat dipastikan bahwa alat uji ini dapat optimum penggunaannya di 75% frekuensi atau 38 Hz dimana dari pengujian dengan pembebanan di maksimum yaitu beban 33,9kg konsumsi listrik dapat direduce dari 1240 Watt menjadi 777 watt jadi gained 463Watt. Dengan sedikit konsekuensi penurunan speed pada motor, dan motor bisa berputar dengan aman ditunjukkan dengan terjaganya temperatura yang terjadi pada sirip motor tersebut yaitu 32 deg C

DAFTAR PUSTAKA

- [1] David H. Sirait, 2008 : Analisis Starting Motor Induksi Tiga Fasa pada PT.
- [2] Berlian Unggas SaktiTj. Morawa.
- [3] Sularso,Kyokatsu Suga Cet.10-Jakarta: Pradnya Paramita, 2002 Dasar perencanaan dan pemilihan element mesin
- [4] Himsar Ambarita (2011). Perpindahan Panas Konveksi dan Pengantar ALat Penukar Kalor. Jurnal Perpindahan Panas Volume 9, No. 1 April 2012.
- [5] Hazwi, 2010. Perancangan dan Pembuatan Alat Penguji Tekan (hidraulic screw press) Pada Proses Pengolahan Minyak Kelapa. [http: repository.usu.ac.id.pdf](http://repository.usu.ac.id/pdf). [16 Februari 2015].
- [6] <http://www.mhtlab.uwaterloo.ca> (tabel property value of dry air at 1 atm pressure
- [7] <http://elektro-unimal.blogspot.com/2013/05/konstruksi-motor-listrik-3-fasa.html>
- [8] <https://gearmotorindo.com/pengertian-motor-listrik-3-phase-terdiri-dari-komponen-komponen/>

- [9] <http://sisfo.itp.ac.id/bahanajar/> Bahan Ajar/Zuriman Anthony
- [10] <https://jawabanapapun.com/apa-itu-rotor-belitan/>
- [11] <https://repository.usm.ac.id/> Analisa Pengaruh Pembebanan Terhadap Parameter Listrik Dan Harmonisa Motor Induksi Tiga Fasa Sebagai Penggerak Elevator Gedung Kasuari Pt. Multi Prada Mandiri
- [12] J. P. Holman. alih bahasa oleh Ir. E. Jasjfi M.Sc, 1994, Manual Book, Perpindahan Kalor, Erlangga, Jakarta.
- [13] Jurnal Haris Mahmudi, Analisa perhitungan Pulley dan V belt pada sistem transmisi mesin pencacah
- [14] Prasetya, Ria, Analisis Penghematan Energi Pada Pompa Fasum Menggunakan Variable Speed Drive, UGM, 2013
- [15] Schneider Electric, "Characteristic Variable Speed Drive". Training efisiensi energi
- [16] Sularso Haruo Tahara, Pompa Dan Kompresor. Pemilihan, Pemakaian, Dan Pemeliharaan. Jakarta: Pradnya Paramitha. 1994

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN