



Rancang Bangun Sistem Kontrol Kecepatan Motor Fan AC 3 Phasa Dengan Panel Kontrol Variable Speed Drive pada sistem HVAC

Nurhabibah Naibaho^{1,*}, Muslikun².

¹ Universitas Krisnadwipayana, Kota Bekasi 13077, Indonesia

² Universitas Krisnadwipayana, Kota Bekasi 13077, Indonesia

¹ nurhabibahnaibaho@unkris.ac.id *

* corresponding author

ARTICLE INFO

Available online 22/08/2024

ABSTRACT

Regarding the importance of using fan motors in various industrial applications, such as ventilation systems and air conditioning systems. 3 Phase AC Fan Motor is one of the most frequently used components in HVAC systems because it has high reliability and efficiency in the use of electric power. However, in operation, a 3-phase AC fan motor requires speed control according to system requirements. Therefore, an appropriate and effective fan motor speed control system is needed. Variable Speed Drive VSD is an effective solution to control the speed of a 3-phase AC fan motor. Variable Speed Drive VSD is able to control the speed of the motor by adjusting the frequency given to the motor. In this research, a Variable Speed Drive VSD control panel will be designed and built to control the speed of a 3-phase AC fan motor. The test results were carried out after using the VSD control panel by setting the potentiometer for 6 conditions, namely when the frequency was set at 50 Hz, 45 Hz, 40 Hz, 35 Hz, 30 Hz, 25 Hz, the resulting rotation was 1449.5 RPM, 1347 RPM, 1206 RPM, 1059.2 RPM, 911.8 RPM, 764.4 RPM and the sound generated is 79.7 dB, 76.0 dB, 72.2 dB, 71.0 dB, 69.9 dB, 67.7 dB. By using the VSD control panel, the rotation of the 3-phase motor can be adjusted and adjusted according to the needs of the system, so that later it will have an impact on reducing sound levels and increasing user comfort.

Keywords:

HVAC,
3 phase,
Fan motor,
VSD,
frequency.

© 2021 Jurnal Teknokris All rights reserved.

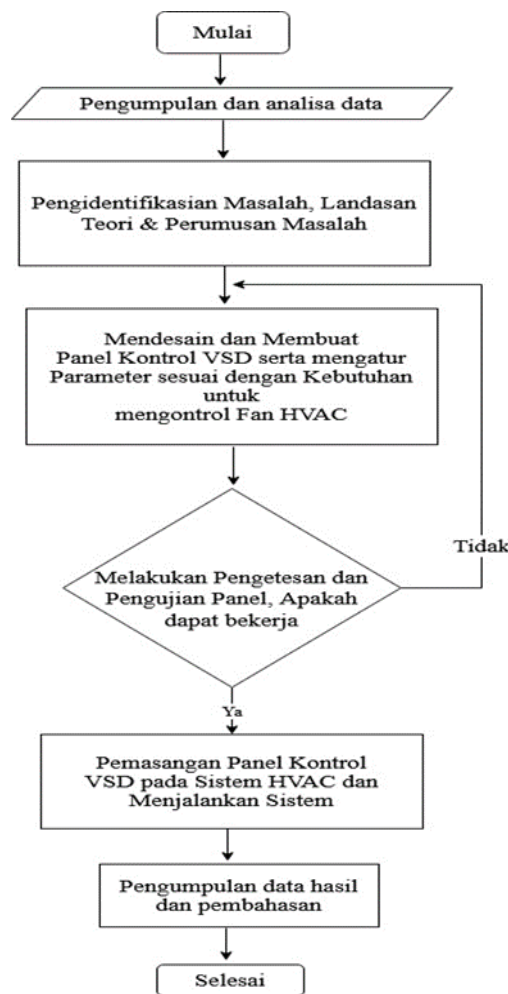
1. Pendahuluan

Sehubungan dengan pentingnya penggunaan motor fan pada beberapa aplikasi industri, seperti sistem ventilasi dan sistem tata udara. Motor fan AC 3 Phasa adalah salah satu komponen yang sering digunakan, karena memiliki keandalan dan efisiensi yang tinggi dalam penggunaan daya listrik. Namun, dalam pengoperasiannya, motor fan AC 3 Phasa memerlukan pengendalian kecepatan yang berdasarkan dengan kebutuhan sistem. Pengendalian kecepatan motor fan yang tidak sesuai dapat menyebabkan kerusakan pada motor dan juga dapat mengurangi efisiensi penggunaan daya listrik. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem pengendalian kecepatan motor fan yang tepat dan efektif. Variable Speed Drive (VSD) merupakan salah satu solusi yang efektif yang berfungsi mengontrol kecepatan motor fan. VSD dapat melakukan kontrol kecepatan fan motor dengan cara mengatur frekuensi dan juga tegangan listrik yang diberikan ke motor. Namun, penggunaan VSD yang kurang tepat juga dapat menyebabkan kerusakan pada motor fan dan mengurangi efisiensi penggunaan

daya listrik. Panel kontrol ini diharapkan mampu mengoptimalkan kinerja motor fan dengan mempertahankan efisiensi penggunaan daya listrik dan memperpanjang masa pakai motor. Selain itu, dengan menggunakan panel kontrol VSD ini, penggunaan daya listrik dapat diatur dan disesuaikan dengan kebutuhan sistem, sehingga dapat menghemat penggunaan energi dan biaya operasional

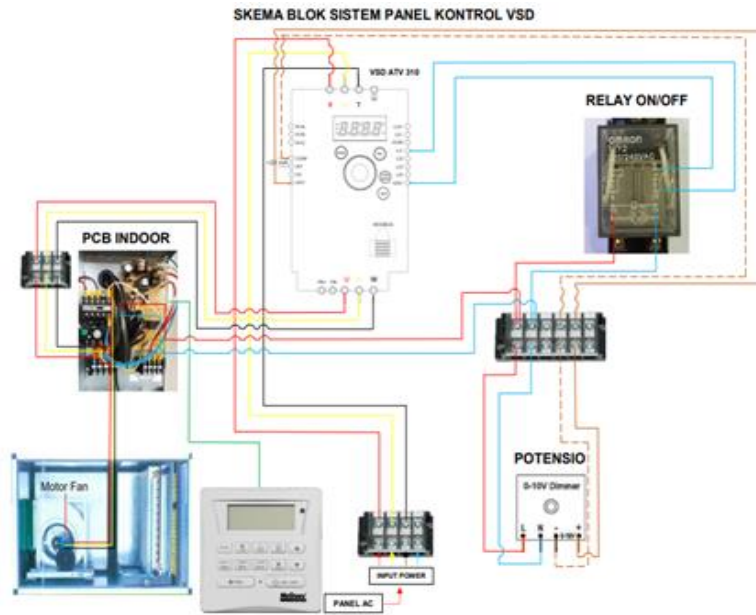
2. Metode

Dalam melakukan penelitian ini, dilakukan tahapan aktifitas yang dapat dilihat pada gambar 1. Dalam gambar 1 menunjukkan bagan alir atau tahap penelitian.



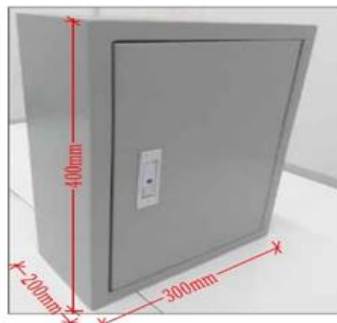
Gambar 1. Bagan alir penelitian

Untuk teknik pengambilan data, diambil berdasarkan karakteristik motor yang di pakai untuk menggerakkan motor fan AC, yang bersumber dari katalog unit yang dapat di peroleh dari produsen. Kemudian data tersebut di sesuaikan dengan kapasitas komponen yang akan di pakai untuk membuat alat Panel Kontrol Variable Speed Drive VSD tersebut agar berfungsi dengan baik dan aman. Dalam mendesain alat pada penelitian ini menggunakan Software Microshoft Word dengan mengumpulkan data-data dari Wiring Diagram Peralatan atau komponen yang digunakan, kemudian disusun sedemikian rupa sesuai dengan alur urutan kerja alat tersebut. Setelah itu dalam penelitian ini dibuat alur garis kabel sesuai dengan fungsi dan kebutuhan, agar terminal – terminal pada alat – alat tersebut dapat terkoneksi secara sistematis untuk mendapatkan tegangan sesuai yang di butuhkan. Skema blok Diagram alur kerja Panel Konntrol VSD atau desain awal berdasarkan rumusan masalah dan pengolahan data- data awal dapat dilihat dalam gambar 2.



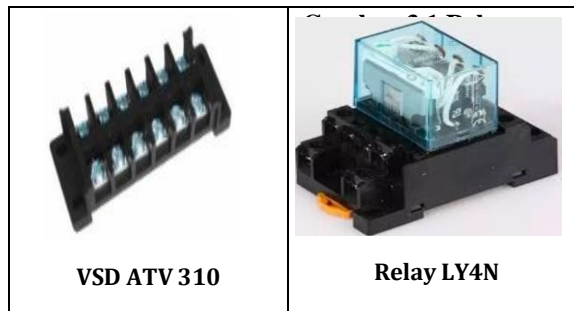
Gambar 2. Skema diagram pengkabelan panel kontrol VSD

Dalam membuat panel Kontrol VSD ini di perlukan beberapa komponen-komponen yang di perlukan yaitu diantaranya Box Panel berfungsi untuk melindungi komponen- komponen listrik dari percikan air atau masuknya binatang yang bisa menyentuh komponen- komponen yang bertegangan, untuk mencegah terjadinya kebocoran arus listrik, korsleting atau bahaya kebakaran dan dapat juga berfungsi untuk melindungi dari sentuhan manusia yang secara tidak sengaja menyentuh komponen-komponen listrik yang bertegangan, sehingga membahayakan manusia atau operator. Dalam rancang bangun panel ini, menggunakan boks Panel Lokal Tipe Inbow dengan ukuran 400 x 300 x 200 mm seperti dapat dilihat dalam gambar 3.



Gambar 3. Boks panel kontrol VSD

Komponen berikutnya adalah Variable Speed Drive (VSD), adalah komponen utama pada sistem kontrol ini, yang berfungsi sebagai pengontrol kecepatan motor fan dengan memanipulasi frekuensi yang masuk untuk dapat mengendalikan putaran sesuai yang di inginkan. Dalam rancang bangun panel ini, menggunakan VSD Schenider dengan Tipe ATV 310. Komponen berikutnya Relay, adalah komponen yang berfungsi sebagai saklar pemutus arus atau bisa juga berfungsi sebagai penyambung pada saat panel kontrol akan di fungsikan. Dalam rancang bangun panel ini, kami menggunakan Relay OMRON tipe LY 4N. Gambar VSD ATV 310 dan relay LY4N yang digunakan dapat dilihat dalam gambar 4.



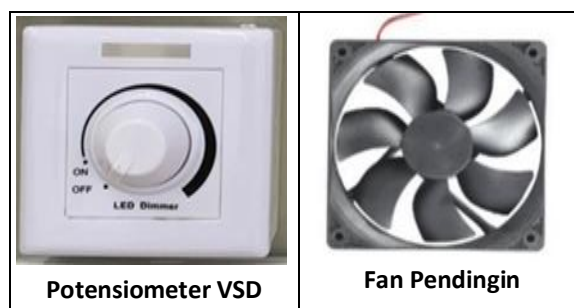
Gambar 4. Komponen Variable Speed Drive (VSD) dan Relay

Terminal blok digunakan dalam rancang bangun ini sebagai tempat untuk menyambungkan kabel – kabel penghubung antara komponen satu dengan yang lainnya, berupa sekrup yang dapat di kencangkan atau dapat juga di kendorkan atau di lepas untuk memudahkan kita dalam menyambungkan atau melepas kabel penghubung dengan mudah dan cepat. Kabel yang digunakan dalam rancang bangun panel ini, menggunakan kabel serabut NYAF Jembo dengan ukuran 4 mm. Gambar terminal blok dan kabel serabut yang digunakan dapat dilihat dalam gambar 5.



Gambar 5. Komponen terminal blok dan kabel NYAF

Fan pendingin digunakan untuk membuang panas di dalam boks panel yang ditimbulkan oleh komponen VSD, sehingga temperatur dalam boks panel dapat terjaga dan komponen Potensiometer digunakan untuk mengatur besaran frekuensi yang akan dimasukkan ke dalam komponen VSD untuk mengatur kecepatan putaran motor yang dikendalikan oleh Panel Kontrol VSD tersebut. Gambar fan pendingin dan potensiometer yang digunakan dapat dilihat dalam gambar 5.



Gambar 6. Komponen potensiometer dan fan pendingin

Dalam tahap realiasi rancang bangun, ada beberapa tahap yang harus dilakukan dalam merakit panel kontrol VSD Variable Speed Drive, diantaranya persiapan komponen, pada tahap ini mempersiapkan komponen yang akan digunakan dalam merakit panel, yaitu dengan menghitung arus, daya dan spesifikasi komponen. Sehingga didapatkan data – data komponen yang akan digunakan. Kemudian pengukuran dimensi komponen, Pada tahap ini mengukur dimensi komponen- komponen yang akan

digunakan, dengan tujuan agar mengetahui ukuran boks panel yang akan dipergunakan. Kemudian perancangan desain Boks Panel, dalam tahap ini, mendisain box untuk komponen VSD (Variable Speed Drive) agar komponen tersebut dapat ditempatkan pada posisi yang ideal pada panel dan mendapat sirkulasi udara yang baik serta melindungi modul dari bertumpuknya antar komponen yang dapat menyebabkan gangguan dan kegagalan fungsi pada sistem. Gambar 7 menunjukkan tampilan hasil perakitan panel kontrol VSD (Variable Speed Drive) sesuai dengan desain yang telah di buat.



Gambar 7. Realisasi komponen dalam boks kontrol VSD

Sebelum melakukan pemasangan panel kontrol Variable Speed Drive (VSD), harus di lakukan setting parameter pada komponen VSD, bertujuan untuk menyesuaikan kebutuhan perangkat yang akan di kontrol, serta menyesuaikan kapasitas beban motor yang akan di kontrol oleh sistem. Pada tabel.1 dapat dilihat setting paramater untuk modul komponen VSD pada panel kontrol VSD pada sistem HVAC. Kemudian pada tabel 2 dapat dilihat setting parameter frekuensi untuk motor listrik

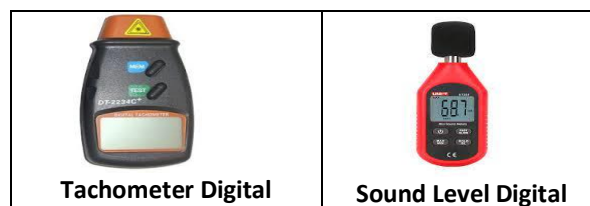
Tabel 1. Paratmeter set basic VSD

| Menu | Code | Discription | Factory Setting | Costumer Setting |
|---|---------|---|-----------------|------------------|
| 5 0 0 - 501 - (Ramp Menu) | 501 . 0 | {Acceleration} Acceleration time (s) | 3 . 0 | 3 . 0 |
| | 501 . 1 | {Deceleration} Deceleration time (s) | 3 . 0 | 3 . 0 |
| 5 0 0 - 512 (Speed Limit Menu) | 512 . 0 | {Low Speed} Motor Frequency at Minimum Reference (Hz) | 0 . 0 | 25 . 0 |
| | 512 . 2 | {High Speed} Motor Frequency at Maximum Reference (Hz) | 0 . 0 | 50 . 0 |

Tabel 2. Parameter set frekuensi motor listrik

| Menu | Code | Description | Factory Setting | Customer Setting |
|---|------|---|-----------------|------------------|
| ConF - Full - 300 {Motor Control Menu} | 301 | {Standar Motor Frequency} Standard motor frequency (Hz) | 50.0 | 50.0/00 |
| | 302 | {Rated Mot. Power} Standard motor power on motor nameplate (kW) | 1.5 | 1.5 |
| | 305 | {Rated Mot. Current} Standard motor current on motor nameplate (A) | 3.0 | 3.0 |
| ConF - 600 - 604 {Motor Thermal Protection Menu} | 604 | {Motor Thermal Current} Nominal motor current on motor nameplate (A) | 14.0 | 14.0 |

Untuk alat ukur yang digunakan adalah Tachometer digital, untuk pengukuran kecepatan putaran motor atau mesin dalam satuan RPM (Rotations Per Minute) melalui output numerik digital. Dengan mengatur frekuensi menggunakan potensiometer, alat ini memungkinkan penentuan nilai resultan putaran motor, sehingga mengungkapkan sejauh mana besaran frekuensi mempengaruhi putaran motor. Kemudian alat Sound Level Digital, digunakan untuk mengukur besaran suara yang disebabkan oleh mesin dalam satuan decibel (dB) dengan hasil keluaran angka digital, dengan alat ini dapat diketahui berapa nilai besaran suara yang di hasilkan setelah di setel putaran motor fan, sehingga diketahui seberapa besar pengaruh putaran motor fan terhadap suara yang di timbulkan oleh mesin HVAC. Gambar 8 menunjukkan alat Tachometer digital dan Sound Level digital yang di gunakan dalam pengujian pada penelitian ini.



Gambar 8. Alat ukur yang digunakan dalam penelitian

Dalam pengujian panel kontrol VSD dilakukan dengan cara menekan tombol "ON" pada sistem HVAC kemudian memutar setelan potensiometer pada posisi maksimum dan pada layar VSD sehingga menunjukkan angka 50 Hz kemudian mengukur putaran motor Fan HVAC dengan menggunakan alat Tachometer digital sehingga pada layar Tachometer menunjukkan angka besaran putaran motor fan dan di lanjutkan dengan mengukur besaran suara dengan menggunakan alat ukur Sound Level digital sehingga pada layar alat tersebut menunjukkan besaran desibel suara yang di timbulkan oleh putaran motor fan. Cara pengukuran tersebut dilakukan beberapa step yaitu setelan potensio meter pada posisi maksimum sampai dengan posisi minimum. Tercatat bahwa laporan hasil bacaan frekuensi, putaran motor fan dan besaran suara yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan hasil pembacaan pada masing-masing step pada potensiometer. Metode ini melibatkan penggunaan parameter yang memungkinkan penyesuaian frekuensi secara manual. Akibatnya, perubahan frekuensi pada input Variable Speed Drive VSD mengarah ke perubahan rotasi seperti ditunjukkan dalam persamaan (1).

$$n_s = \frac{120 \times f}{P} \quad (1)$$

Dengan n_s adalah putaran motor (rpm), f adalah frekuensi, dan p adalah jumlah kutub motor listrik.

3. Hasil dan Pembahasan

Frekuensi motor diatur secara manual melalui potensiometer kontrol sesuai kebutuhan. Kontrol kecepatan motor kipas juga dapat dicapai melalui pemanfaatan potensiometer yang dapat disesuaikan. Cara pengontrolan putaran fan menggunakan panel kontrol VSD, dengan cara memutar knob potensio pada step yang telah ditentukan, sehingga dapat merubah nilai frekuensi pada tampilan display Variable Speed Drive (VSD), sehingga dapat mempengaruhi putaran motor fan pada Sistem HVAC, untuk posisi step putaran adalah posisi putaran potensio Step 1 putaran penuh atau posisi sudut 315° , Posisi putaran potensio Step 2 knob potensio putaran 267° , Posisi putaran potensio Step 3 knob potensio putaran 219° , posisi putaran potensio Step 4 knob potensio putaran 171° , posisi putaran potensio Step 5 knob potensio putaran 123° , posisi putaran potensio Step 6 knob potensio putaran 75° . Pada gambar 9 dapat dilihat hasil yang didapat saat pengukuran step 1.



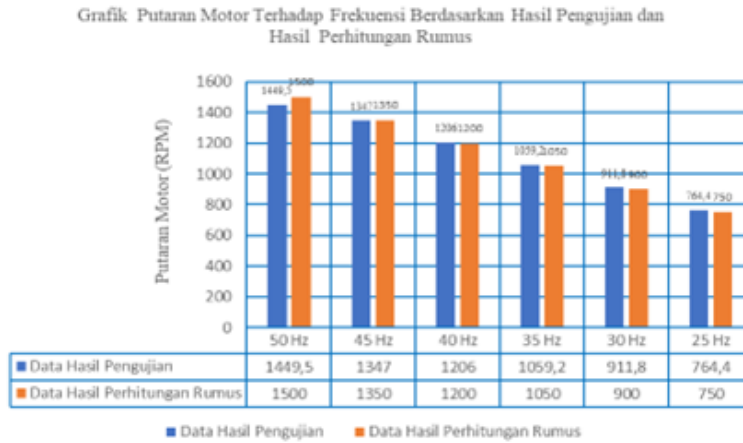
Gambar 9. Hasil pengukuran pada step 1

Dari gambar 8, menampilkan data pengukuran, yaitu perbandingan antara frekuensi dalam rpm dan tingkat desibel. Data tersebut mengungkapkan hasil pengaturan putaran motor kipas AC melalui penggunaan Sistem Panel Kontrol VSD. 1. Ketika diatur pada step 1 Frekuensi 50 Hz, maka besaran putaran yang dihasilkan adalah sebesar 1449.5 RPM dan besaran suara yang terbaca oleh alat ukur sound level meter adalah 79.7 dB. Ketika diatur pada step 2 Frekuensi 45 Hz, maka besaran putaran yang dihasilkan adalah sebesar 1347 RPM dan besaran suara yang terbaca oleh alat ukur sound level meter adalah 76.0 dB. Ketika diatur pada step 3 Frekuensi 40 Hz, maka besaran putaran yang dihasilkan adalah sebesar 1206 RPM dan besaran suara yang terbaca oleh alat ukur sound level meter adalah 72.2 dB. Ketika diatur pada step 4 Frekuensi 35 Hz, maka besaran putaran yang dihasilkan adalah sebesar 1059.2 RPM dan besaran suara yang terbaca oleh alat ukur sound level meter adalah 71.0 dB. Ketika diatur pada step 5 Frekuensi 30 Hz, maka besaran putaran yang dihasilkan adalah sebesar 911.8 RPM dan besaran suara yang terbaca oleh alat ukur sound level meter adalah 69.9 dB. Ketika diatur pada step 6 Frekuensi 25 Hz, maka besaran putaran yang dihasilkan adalah sebesar 764.4 RPM dan besaran suara yang terbaca oleh alat ukur sound level meter adalah 67.7 dB. Jika menggunakan persamaan (1) untuk perhitungan maka didapat perbandingan hasil seperti dapat dilihat dalam tabel 1.

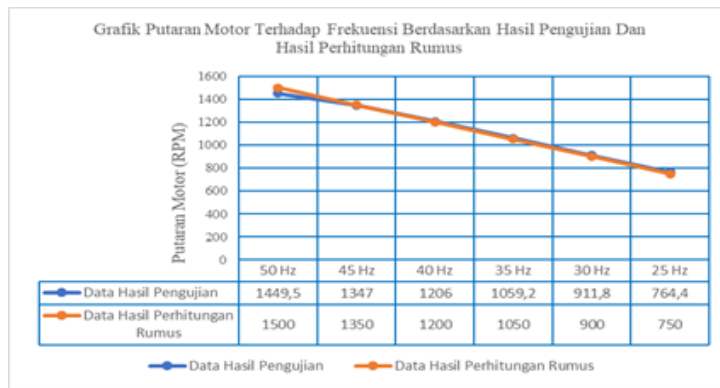
Tabel 1. Data hasil perhitungan dan pengukuran putaran motor terhadap frekuensi

| Hasil perhitungan berdasarkan rumus | | Hasil pengukuran | | selisih nilai perhitungan dan pengukuran Presentase error (%) | Hasil Pengukuran Suara Desibel (dB) |
|-------------------------------------|---------------|------------------|---------------|--|--|
| Frek. (Hz) | Putaran (rpm) | Frek. (Hz) | Putaran (rpm) | | |
| 50 | 50 | 50 | 1449,5 | -3,37% | 79,7 |
| 45 | 45 | 45 | 1347,0 | -0,22% | 76,0 |
| 40 | 40 | 40 | 1206,0 | 0,50% | 72,2 |
| 35 | 35 | 35 | 1059,2 | 0,88% | 71,0 |
| 30 | 30 | 30 | 911,8 | 1,31% | 69,9 |
| 25 | 25 | 25 | 764,4 | 1,92% | 67,7 |

Dari data pada tabel 1, dapat dilihat perbandingan berdasarkan grafik dan hubungan penurunan putaran motor terhadap setting frekuensi yang diberikan dalam gambar 10 dan gambar 11.

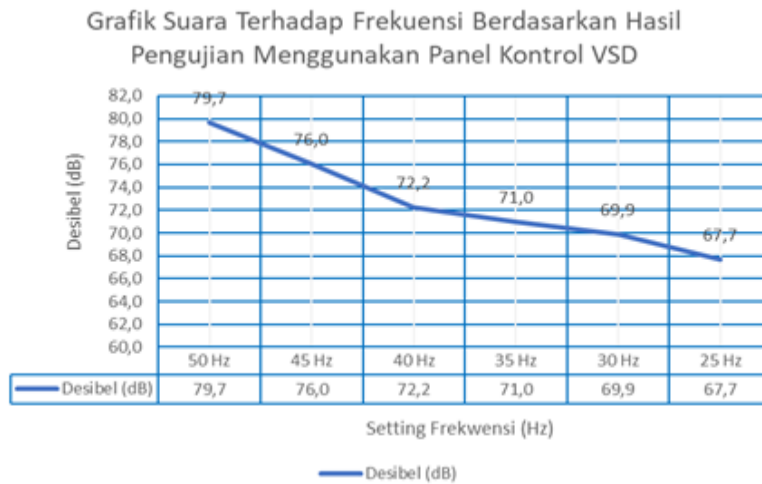


Gambar 10. Grafik perbandingan nilai hasil perhitungan dan pengukuran putaran motor.



Gambar 11. Grafik perbandingan nilai rpm berdasarkan frekuensi.

Untuk hubungan hasil pengukuran kebisingan suara terhadap frekuensi motor (Hz) dapat dilihat dalam gambar 12. Hubungan tersebut sebanding dengan perubahan nilai putaran (rpm) dengan frekuensi yang diberikan.



Gambar 12. Hasil pengukuran kebisingan suara terhadap perubahan frekuensi

4. Kesimpulan.

Panel Kontrol VSD mengendalikan putaran motor fan 3 Phasa pada HVAC dengan cara mengatur frekuensi pada 50 Hz, putaran yang dihasilkan adalah 1449.5 RPM, dan suara yang ditimbulkan sebesar 79.7 dB dan frekuensi pada 30 Hz, putaran yang dihasilkan adalah 911.8 RPM, dan suara yang ditimbulkan sebesar 69.9 dB, sedangkan frekuensi pada 25 Hz, putaran yang dihasilkan adalah 764.4 RPM, dan suara yang ditimbulkan sebesar 67.7 dB. Grafik dari frekuensi suara, bahwa pada saat frekuensi menurun berpengaruh terhadap penurunan suara yang ditimbulkan. Hal ini berarti motor fan HVAC dapat di setting pada 30 Hz atau 25 Hz untuk mengendalikan suara pada 69.9 dB atau 67.7 dB, agar dapat memenuhi standard kebisingan pada peraturan KepMen LH No.48 Tahun 1996, yaitu maksimum 70 dB

5. Referensi

- [1] J. Prasetyo dan S. Heru Purwanto, PENGAPLIKASIAN VARIABLE SPEED DRIVE UNTUK MENGONTROL KECEPATAN MAIN MOTOR DRIVE DC PADA ROTARI KILN PADA PT SEMEN BATURAJA (PERSERO). Tbk, J. Multidisipliner KAPALAMADA |Vol 1, vol. 4, no. 4, hal. 2022, 2022.
- [2] M. D. Tobi dan A. Mappa, Sistem Automatic Switch Redundant Ups Untuk Beban Essensial, Electro Luceat, vol. 5, no. 1, hal. 35–45, 2019, doi: 10.32531/jelekn.5i1.144.
- [3] N. Evalina, A. H. Azis, dan Zulfikar, Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Phasa Menggunakan Programmable logic controller, J. Electrical. Technology, vol. 3, no. 2, hal. 73–80, 2018.
- [4] R. Ananda, Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Menggunakan Sistem Kontrol Pada Variable Speed Drive (VSD), Tugas Akhir, vol. 1, no. 1, hal. 1–69, 2017, <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/13330>
- [5] H. Cahyono, R. P. Wardhani, P. T. Mesin, F. Teknik, dan U. T. Balikpapan, Pekerjaan Pemeliharaan Rutin Pada Sistem Hvac Di Substation Pck 6 Di Pt Pertamina Hulu, vol. 5, no. 1, hal. 23–27, 2022.
- [6] N. A. P. Abdul Kodir Al Bahar, Analisa Perubahan Frekuensi Pada Inverter BG202-XM Untuk Pengatur Kecepatan Motor Sinkron 100 Watt 3 Phasa. hal. 125–137, 2022.
- [7] N. Muslih, Ambang Batas Kebisingan Lingkungan Kerja Agar Tetap Sehat Dan Semangat Dalam Bekerja, Bul. Utama Tek., vol. 15, no. 1, hal. 87–90, 2019.
- [8] Sarjono, R. Gianto, dan A. Hiendro, “Evaluasi Kinerja Motor Induksi 3 Phasa 100 Hp / 75 kW Pada Panel Star – Delta Di Pdam Tirta Raya Adi Sucipto,” J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura, vol. 2, no. 1, hal. 8, 2020, Vol. 2. No.2. pp. 142-151.
- [9] R. W. BARUS, “Analisa Efisiensi Daya Motor Induksi 3 Phasa Squirrel Cage 250 kW Dengan Inverter Sebagai Pengatur Speed Di Pt Socimas,” 2022, <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/19921>
- [10] KepMen LH No.48, “Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 Tentang : Baku Tingkat Kebisingan,” no. 48, 1999, https://ditppu.menlhk.go.id/portal/uploads/laporan/1593658749_KEPMEN_LH_48-1996.pdf