
RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI KECEPATAN MOTOR FAN 3 FASA DENGAN PANEL KONTROL *VARIABLE SPEED DRIVE* (VSD) PADA SISTEM HVAC

Nurhabibah Naibaho, Muslikun

Abstrak - Sehubungan dengan pentingnya penggunaan motor fan di dalam berbagai aplikasi industri, seperti sistem ventilasi dan sistem tata udara. Motor Fan AC 3 Fasa merupakan salah satu komponen yang paling sering dipergunakan pada sistem HVAC karena memiliki keandalan dan efisiensi yang tinggi dalam penggunaan daya listrik. Akan tetapi di dalam pengoperasiannya, motor fan AC 3 fasa memerlukan pengendalian kecepatan yang sesuai dengan kebutuhan sistem. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem pengendalian kecepatan motor fan yang tepat dan efektif. *Variable Speed Drive* (VSD) merupakan salah satu solusi yang efektif untuk mengontrol kecepatan motor fan AC 3 fasa. *Variable Speed Drive* (VSD) mampu mengontrol kecepatan motor dengan mengatur frekuensi diberikan ke motor. Dalam skripsi ini, akan dirancang dan dibangun sebuah panel kontrol *Variable Speed Drive* (VSD) untuk mengendalikan kecepatan motor fan AC 3 fasa. Hasil pengujian yang di lakukan setelah menggunakan panel kontrol VSD dengan melakukan pengaturan potensiometer 6 kondisi yaitu pada saat frekuensi di atur pada 50 Hz, 45 Hz, 40 Hz, 35 Hz, 30 Hz, 25 Hz, putaran yang dihasilkan adalah 1449,5 RPM, 1347 RPM, 1206 RPM, 1059.2 RPM, 911.8 RPM, 764.4 RPM dan suara yang ditimbulkan sebesar 79.7 dB, 76.0 dB, 72.2 dB, 71.0 dB, 69.9 dB, 67.7 dB. Dengan menggunakan panel kontrol VSD ini, putaran motor 3 fasa dapat diatur dan disesuaikan dengan kebutuhan sistem, sehingga nantinya akan berdampak pada penurunan tingkat kebisingan suara dan dapat meningkatkan kenyamanan pengguna.

Kata Kunci : HVAC, Motor Fan 3 Fasa, *Variable Speed Drive* (VSD), Panel Kontrol, Frekuensi

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 thesis, 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, *Variable Speed Drive* (VSD), Control Panel, Frequency

1. PENDAHULUAN

Sehubungan dengan pentingnya penggunaan motor fan pada beberapa aplikasi industri, seperti sistem ventilasi dan sistem tata udara. Motor fan AC 3 fasa 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 fasa 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. LANDASAN TEORI

2.1 Variable Speed Drive

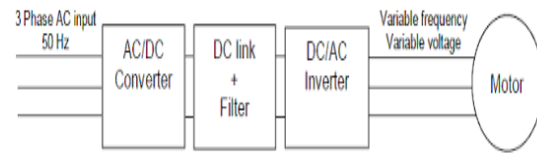
Pada dasarnya VSD merupakan alat yang dipergunakan untuk mengkontrol kecepatan perputaran motor. VSD juga dapat digunakan pada aplikasi motor DC ataupun AC. Jadi, maka dari itu dengan adanya perubahan tegangan frekuensi pada motor, maka kecepatan perputaran motor juga akan berubah. Oleh Karena itu VSD juga dapat disebut Inverter [1].

Cara mengubah arus DC ke arus AC membutuhkan konverter, biasanya menggunakan diode rectifier atau penyerah tak terkendali, tetapi ada juga yang menggunakan thyristor rectifier penyerah terkendali. Setelah itu arus dirubah menjadi DC, maka perlu dilakukan perbaikan kualitas arus DC dengan menggunakan tendo kapasitor sebagai pengatur tegangan. Arus DC tersebut kemudian dirubah kembali menjadi tegangan AC oleh inverter tersebut dengan teknik PWM (Pulse Width Modulation). Dengan teknik tersebut, amplitudo dan frekuensi keluaran yang diinginkan dapat tercapai. Selain itu, teknik PWM juga menghasilkan harmonisa yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan metode teknik lainnya dan menghasilkan gelombang sinusoidal, yang kita ketahui dapat menyebabkan harmonisa tersebut, akan menimbulkan kerugian pada motor yaitu cepat panas. Oleh karena itu teknik PWM ini biasanya digunakan untuk mengubah arus DC menjadi AC (Inverter). Secara umum, VSD dapat dipergunakan untuk:

1. Dapat menyesuaikan kontrol kecepatan sesuai kebutuhan proses.
2. Dapat menyesuaikan torque (torsi) sesuai dengan kebutuhan kopel proses.
3. Hemat energi dan efisiensi.

Adapun prinsip kerja Variable Speed Drive (VSD)

Gambar 2.1 Prinsip Kerja Variabel Speed Drive

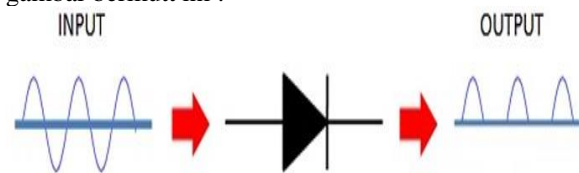


Pada dasarnya VSD memiliki prinsip pengoperasian sederhana sebagai berikut [1] :

1. Tegangan yang masuk 220/380 V dan frekuensi 50 Hz adalah arus AC dengan tegangan dan frekuensi yang bernilai konstan. Setelah tegangan dan frekuensi yang sudah masuk kemudian mengalir ke dalam board Rectifier atau mengarah ke arus DC, dan ditampung ke dalam kapasitor bank.
2. Untuk mengatur tegangan DC, maka tegangan masuk kedalam perangkat DC link. perangkat yang terdapat pada arus DC link berupa induktor atau kapasitor.
3. Tegangan DC selanjutnya akan dialirkan ke dalam board inverter agar dirubah menjadi arus AC lagi dengan jumlah frekuensi yang menyesuaikan kebutuhan. Jadi dari arus DC ke arus AC yang perangkat utamanya merupakan Semikonduktor aktif. Penggunaan frekuensi carrier (bisa sampai 20 kHz), tegangan arus DC dipotong dan dimodulasi untuk menghasilkan suatu tegangan dan frekuensi yang kita inginkan.

2.2 Rectifier

Rectifier atau Penyearah Gelombang adalah rangkaian pada power supply atau catu daya yang memiliki fungsi untuk mengubah sinyal AC menjadi sinyal DC [1]. *Rectifier* atau penyearah gelombang umumnya menggunakan dioda untuk komponen utamanya. Memang, dioda memiliki sifat hanya melewatkan satu arus listrik dan menghambat arus listrik yang datang dari arah berlawanan. Jika sebuah dioda dialiri arus bolak-balik (AC), maka dioda hanya dapat melewatkan setengah gelombang, sedangkan setengah gelombang lainnya akan terhalang. Lihatlah gambar berikut ini :



Gambar 2.2 Rectifier

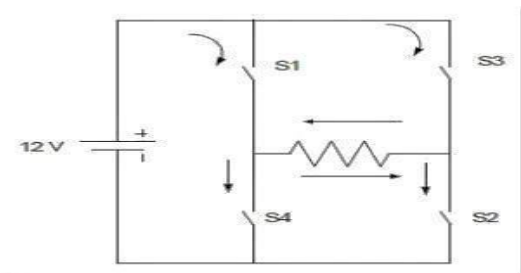
2.3 Inverter

Inverter merupakan rangkaian elektronik dalam daya yang memiliki fungsi sebagai pengubah DC menjadi AC dengan menggunakan metode

switching [2]. Tegangan AC yang dihasilkan memiliki bentuk gelombang persegi dan pada beberapa aplikasi perlu menggunakan filter untuk menghasilkan bentuk gelombang sinusoidal.

Pada umumnya inverter terdiri dari beberapa rangkaian thyristor bridge dan rangkaian ignition control. Rangkaian kontrol pengapian diperlukan untuk mengatur tegangan dan frekuensi yang dihasilkan oleh inverter. Periode pulsa penggerak thyristor akan menentukan frekuensi yang dihasilkan, sedangkan tegangan efektif ditentukan oleh lebar pulsa.

Prinsip pengoperasian inverter adalah menghubungkan rangkaian multivibrator yang dapat digabungkan dengan transformator step-up atau step-up. Inverter dapat digunakan untuk mengatur suplai beban dengan tegangan AC dengan daya yang disesuaikan dengan daya tegangan DC yang tersedia. Contoh penggunaan inverter dapat dilihat pada rangkaian UPS (Uninterrupted Power Supply) yang digunakan untuk mengatur suplai tegangan listrik pada saat PLN padam secara tiba-tiba.



Gambar 2.3 Prinsip Kerja Inverter

Rangkaian tersebut merupakan prinsip kerja inverter. Bila Saklar berada diposisi "ON" :

1. S1 dan S2 + V DC
2. S3 dan S4 - V DC
3. S1 dan S3 Nol
4. S2 dan S4 Nol

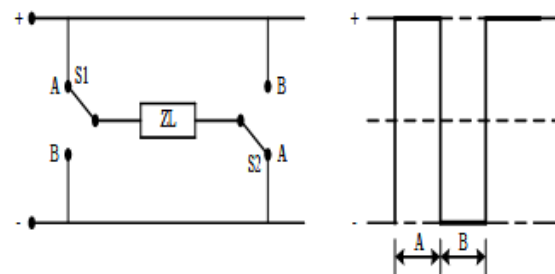
Jika saklar pada posisi 1, listrik akan mengalir ke R dari kiri ke kanan. Jika saklar berada pada posisi 2, maka listrik akan mengalir R dari kanan ke kiri, inilah prinsip arus bolak-balik atau AC pada gelombang sinus gelombang paruh pertama pada posisi positif dan gelombang paruh kedua pada posisi negatif . Prinsip kerja inverter dapat dijelaskan dengan menggunakan 4 buah saklar seperti pada Gambar 2.3. Saat sakelar S1 dan S2 ON, arus DC akan mengalir ke beban R dari kiri ke kanan, jika sakelar S3 dan S4 dalam keadaan ON, arus DC akan mengalir ke beban R dari kanan ke kiri. Inverter dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu inverter 1 fasa dan inverter 3 fasa.

Kualitas inverter merupakan penentu kualitas daya yang dihasilkan oleh suatu sistem. Sistem inverter yang membangun sistem biasanya diterapkan sesuai dengan beban kritis yang akan diterapkan. Pada dasarnya sistem inverter yang digunakan tidak menjadi masalah serius jika beban kritisnya masih berupa komputer saja, namun ketidaksesuaian karakteristik inverter pada beban tertentu dapat membuat suatu sistem berhenti bekerja.

Tugas utama inverter adalah mengubah tegangan DC yang terdapat pada rangkaian rectifier-charger untuk diubah menjadi tegangan AC berupa sinyal sinus setelah melalui rangkaian waveforming dan filter. Keluaran pada tegangan yang dihasilkan ini harus stabil baik tegangan amplitudo maupun tegangan frekuensi yang dihasilkan, distorsi rendah, tidak ada tegangan transien dan tidak dapat diganggu oleh keadaan apapun.

2.3.1 Struktur Inverter

Bentuk struktural inverter menunjukkan bahwa transistor inverter menghasilkan arus bolak-balik dengan frekuensi sumber komersial, yaitu (50 Hz atau 60 Hz). Bagian pertama adalah rangkaian konverter (yang mengubah sumber AC komersial menjadi sumber DC dan menghilangkan riak pada keluaran DC. Dan untuk bagian kedua adalah rangkaian inverter yang mengubah arus DC menjadi arus AC tiga fasa dengan penyetelan frekuensi, rangkaian ini disebut rangkaian utama Bagian ketiga adalah rangkaian kontrol yang digunakan sebagai pengendali



rangkaian utama Gabungan dari semua rangkaian ini disebut inverter [3].

Gambar 2.4 Struktur inverter sederhana

2.3.2 Pengendalian Tegangan Inverter

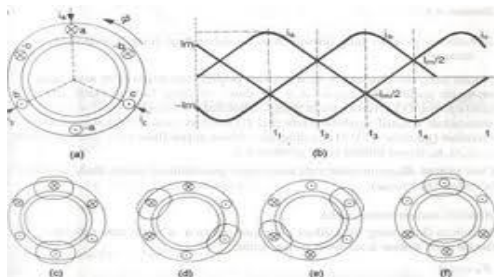
Pada umumnya untuk pengendalian tegangan keluaran inverter ada beberapa teknik, namun yang sering digunakan adalah sistem PWM (*Pulse Width Modulation*), Sistem yang berbeda ini dapat menghasilkan karakteristik motor yang berbeda seperti getaran, suara, arus motor, ripple, respon torsi. Dalam PWM, beberapa pulsa on-off dihasilkan dalam satu siklus dan durasinya juga bervariasi untuk memvariasikan tegangan output.

2.4 Motor Induksi Tiga Fasa (Rotor Sangkar)

Motor induksi merupakan motor AC yang paling banyak digunakan. Namanya berasal dari fakta bahwa arus motor tidak diperoleh dari sumber tertentu, tetapi diperoleh dari arus induksi karena perbedaan relatif antara putaran rotor dan medan magnet putar yang dihasilkan oleh aliran stator [4].

Adapun prinsip kerja motor induksi tiga fasa : Prinsip kerja motor induksi 3 fasa berdasarkan pada Hukum Lorentz dan Hukum Faraday. Hukum Lorentz adalah perubahan magnetik akan menimbulkan gaya. Sedangkan Hukum Faraday adalah tegangan induksi akan ditimbulkan oleh perubahan induksi magnetik pada suatu lilitan [5]. Tegangan induksi pada konduktor disebabkan oleh konduktor yang dipotong oleh medan magnet (Hukum Faraday).

1. Konduktor yang dihubungkan menjadi satu, menghasilkan tegangan induksi yang mengalir dari konduktor ke konduktor lainnya.
2. Berdasarkan Hukum Lorentz ketika arus berada diantara medan magnet maka akan menghasilkan gaya.
3. Konduktor akan ditarik oleh gaya untuk bergerak sepanjang medan magnetik.



Gambar 2.1 Prinsip Kerja Motor Induksi

Kecepatan dari motor induksi tiga fasa sangat tergantung pada frekuensi sumber tegangan dan jumlah kutub pada stator. Dirumuskan sebagai berikut:

$$n_s = \frac{120 \times f}{P} \dots\dots\dots(2.5.1)$$

dimana:

n_s = kecepatan sinkron

f = frekuensi

P = jumlah kutub

2.4.1 Slip

Berubah-ubahnya kecepatan motor induksi (n_r) mengakibatkan berubahnya arah slip dari 100 % pada saat start sampai 0 % pada saat motor diam ($n_r = n_s$) [4]. Hubungan frekuensi dengan slip dapat dilihat sebagai berikut :

Bila f_1 = frekuensi pada jala-jala

$$n_s = \frac{120 \times f}{P} \text{ atau } f_1 = \frac{P \times n_s}{120}$$

Pada rotor berlaku hubungan :

$$f_2 = \frac{P(n_s - n_r)}{120}$$

f_2 = frekuensi arus rotor

atau

$$f_2 = \frac{P \times n_s}{120} \times \frac{n_s - n_r}{n_s}$$

Karena

$$S = \frac{n_s - n_r}{n_s} \text{ dan } f_1 = \frac{P \times n_s}{120}$$

Maka

$$f_2 = f_1 \times S$$

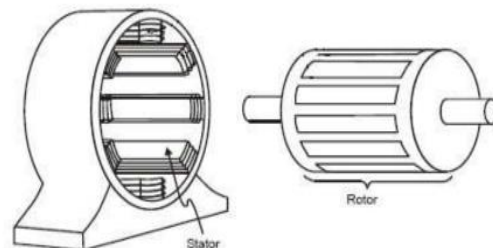
S = Slip

pada start $S = 100\%$, $f_2 = f_1$

Demikianlah terlihat bahwa pada saat start dan rotor belum berputar, frekuensi pada rotor dan frekuensi pada stator adalah sama. Pada saat keadaan rotor berputar, frekuensi arus pada motor dipengaruhi oleh slip ($f_2 = f_1 \times S$). Karena tegangan induksi dan reaktansi kumparan rotor merupakan fungsi frekuensi, maka besarnya di pengaruhi juga oleh slip.

2.4.2 Konstruksi Motor Induksi Tiga Fasa

Motor induksi tiga fasa memiliki konstruksi yang mirip dengan jenis motor listrik lainnya. Motor ini memiliki dua bagian utama yaitu stator yang merupakan bagian tetap dan rotor yang merupakan bagian yang berputar seperti pada gambar (Gambar 2.6), Antara bagian stator dan rotor dipisahkan oleh celah udara yang sempit dengan jarak berkisar dari 0,4 mm sampai 4 mm [4].

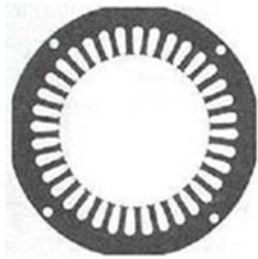


Gambar 2.6 Penampang stator dan rotor motor induksi tiga fasa

A. Stator

Stator terdiri atas tumpukan laminasi inti yang memiliki alur yang menjadi

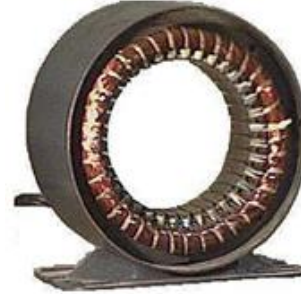
tempat kumparan dililitkan yang berbentuk silindris. Alur pada tumpukan laminasi inti diisolasi dengan kertas (Gambar 2.6). Tiap elemen laminasi inti dibentuk dari lempengan besi (Gambar 2.7). Setiap pelat besi memiliki beberapa alur dan beberapa lubang penghubung untuk menyatukan inti. Setiap kumparan didistribusikan dalam alur yang disebut belitan fasa dimana untuk motor tiga fasa belitan dipisahkan secara elektrik sebesar 120° . Kawat koil yang digunakan adalah tembaga yang dilapisi dengan insulasi halus. Kemudian tumpukan pusat dan belitan stator ditempatkan dalam selubung silinder (Gambar 2.8). Berikut contoh lempengan inti yang telah disatukan, belitan stator yang telah dilekatkan pada cangkang luar untuk motor induksi tiga fasa.



Gambar 2.7 Lempengan Inti



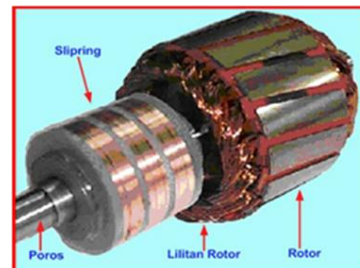
Gambar 2.7 Inti dengan Kertas Isolasi pada beberapa alurnya



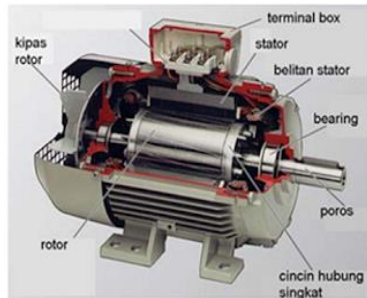
Gambar 2.2 Inti dan Kumparan dalam Cangkang Stator

B. Rotor

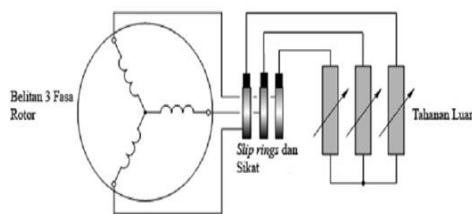
Berdasarkan jenis rotornya, motor induksi tiga fasa dapat dibedakan menjadi dua jenis yang juga akan menjadi nama motornya yaitu rotor lilit dan rotor sangkar tupai. jenis rotor belitan ini terdiri dari satu set lengkap belitan tiga fasa yang merupakan bayangan lilitan pada stator. Lilitan tiga fasa dari belitan rotor biasanya terhubung Y, dan setiap ujung lilitan rotor tiga kawat dihubungkan ke cincin selip pada poros rotor (gambar 2.9). Lilitan rotor ini kemudian dihubungkan singkatkan melalui sikat (brush) yang menempel pada slip ring (perhatikan gambar 2.10) dengan menggunakan sebuah perpanjangan kawat untuk tahanan luar.



Gambar 2.8 Tampilan Close-Up Bagian Slip Ring Rotor Belitan



Gambar 2.3 Motor Induksi Tiga Fasa Rotor Belitan



Gambar 2.4 Skematik Diagram Motor Induksi Rotor Belitan

2.4.3 Motor Sinkron

Motor sinkron adalah suatu jenis mesin listrik yang memiliki masukan arus AC, yang memiliki kecepatan konstan/tetap pada sistem frekuensi tertentu. Kecepatan pada motor sinkron adalah kelebihan sekaligus kelemahan karena kecepatan medan putar di stator sama dengan kecepatan putar pada rotor maka motor sinkron tidak memiliki slip. Motor sinkron tidak memiliki torsi awal pada starting, maka untuk memicu daya pada torsi awal motor sinkron diperlukan arus searah DC untuk membangkitkannya, dan oleh sebab itu penggunaan motor sinkron sangat cocok untuk peralatan yang hanya memerlukan beban rendah pada pemakaian awalnya seperti kompresor udara dan perubahan frekuensi [6]

2.5 Ambang Batas Kebisingan

Dalam sehari-hari mungkin kita tidak bisa terlepas dari suara yang timbul di sekitar kita mulai dari suara nada telepon, kendaraan, sampai dengan langkah kaki orang yang berjalan, yang bisa membuat kita merasa tidak nyaman dan terganggu. Konsentrasi akan menurun dan sudah pasti akan mempengaruhi produktifitas dalam berkegiatan. Di lingkungan kerja yang terlampau berisik bisa menyebabkan sifat yang kontra-produktif, tidak sehat, dan membuat orang merasa tidak nyaman. Suara yang berlangsung secara terus menerus merupakan suatu perubahan tekanan udara yang diterima oleh telinga disekitar kita yang

merupakan gelombang longitudinal yang merambat melalui media perantara. Sedangkan suara yang merupakan sinyal-sinyal yang dapat diukur dalam Hertz (Hz). Manusia dapat mendengar sekitar 20 s/d 20 kHz. Suara dibawah 20 Hz disebut infrasonik dan suara melebihi 20 kHz disebut ultrasonik. Bising adalah suara yang sangat mengganggu dan tidak dikendaki oleh siapapun yang disebabkan oleh sumber suara yang bergetar yang akan membuat molekul-molekul udara disekitar sekitarnya akan turut bergetar. Suara yang melebihi ambang batas akan mengganggu aktifitas manusia yang sedang berada di lingkungan kita berada [7].

2.5.1 Sumber Bising

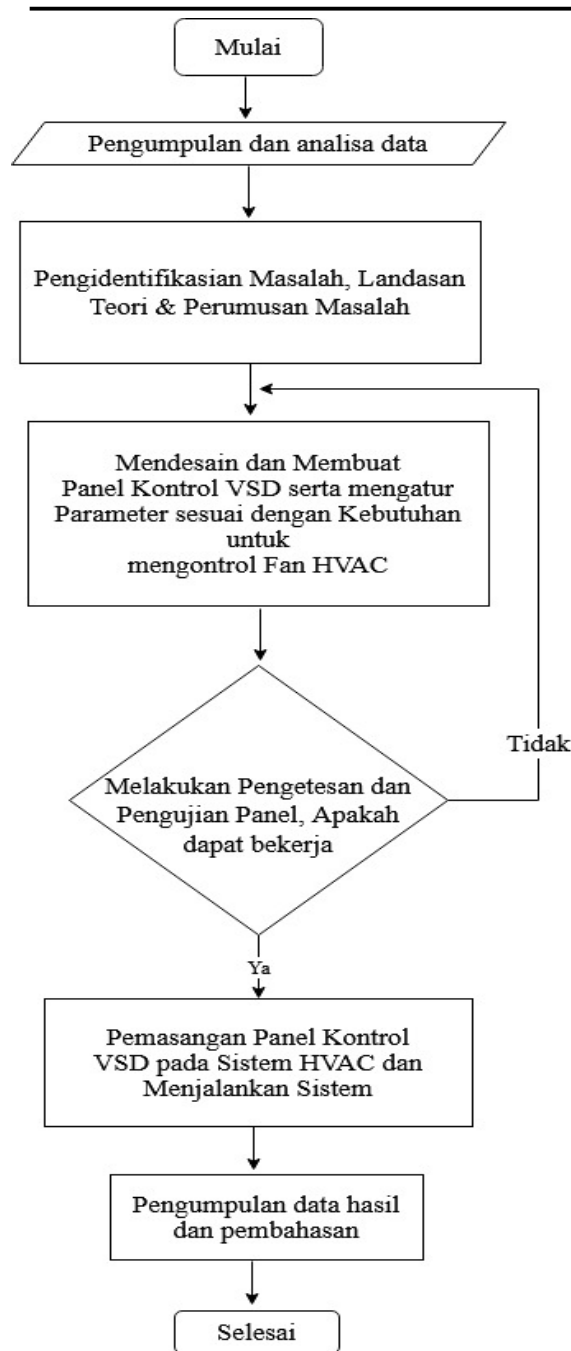
Sumber kebisingan industri di peroleh dari aktifitas mesin yang beroperasi. Sumber bising merupakan bunyi yang kehadirannya dianggap mengganggu pendengaran baik bergerak maupun tidak bergerak. Umumnya kebisingan dapat berasal dari kegiatan industri, perdagangan, pembangunan, alat pembangkit tenaga, alat pengangkut dan kegiatan rumah tangga. Di Industri, sumber kebisingan dapat di bagi menjadi 3 macam, antara lain:

- 1) Mesin-mesin
Suara bising di timbulkan oleh gesekan antara benda keras seperti kayu, besi atau batu. Adanya aktifitas mesin-mesin pabrik, suara motor listrik yang berputar, kompresor mesin pendingin udara dan lain-lain.
- 2) Vibrasi
Kebisingan juga di timbulkan dari sumber getaran atau gesekan oleh mesin-mesin yang berputar, seperti benturan antar bagian mesin yang tidak seimbang, seperti pada roda gigi, motor listrik, bearing, dan gesekan konveyor pada saat berjalan, putaran roda dan lain-lain.
- 3) Pergerakan Udara ,gas dan cairan
Kebisingan juga timbul dari pergerakan udara, gas dan cairan pada saat proses produksi atau pada saat sistem berjalan, misalnya suara yang di timbulkan oleh suara motor fan mesin pendingin udara, mesin ekshaust, mesin fresh air, gas buang/knalpot, jet spray, flare boom dan lain-lain.

3. Metode Penelitian

3.1 Langkah – langkah Penelitian

Flowchart Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

3.2 Teknik Pengambilan Data

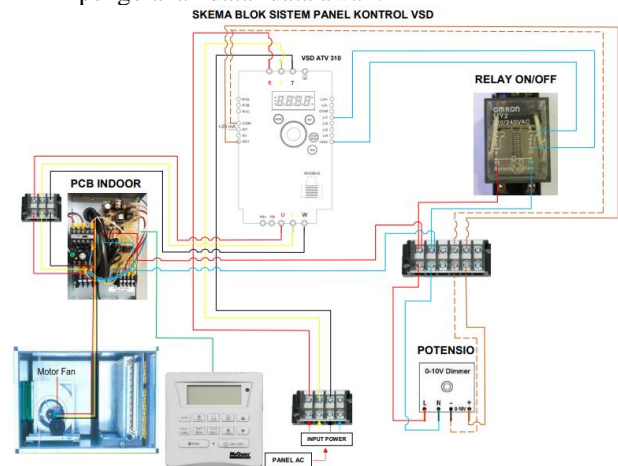
Teknik pengambilan data berdasarkan karakteristik motor yang di pakai untuk menggerakkan motor fan AC, yang bersumber dari katalog unit yang dapat di peroleh dari produsen. Kemudian data tersebut di sesuaikan dengan kapasitas komponen yang akan di pakai untuk membuat alat Panel Kontrol *Variable Speed*

Drive (VSD) tersebut agar berfungsi dengan baik dan aman.

3.3 Desain Alat

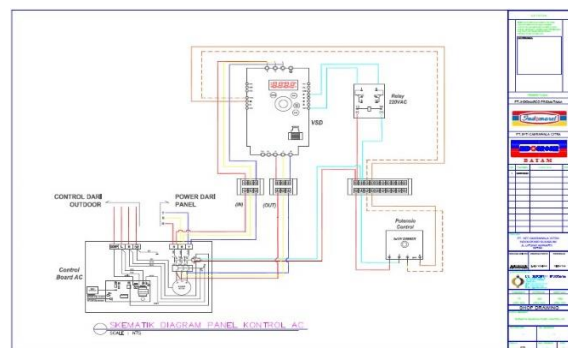
Dalam mendesain alat, penulis pertama kami menggunakan *Software* Microshoft Word dengan mengumpulkan data-data dari Wiring Diagram Peralatan atau Komponen yang di gunakan, kemudian disusun sedemikian rupa sesuai dengan alur urutan kerja alat tersebut. Setelah itu penulis membuat alur garis kabel sesuai dengan fungsi dan kebutuhan, agar terminal – terminal pada alat – alat tersebut dapat terkoneksi secara sistematis untuk mendapatkan tegangan sesuai yang di butuhkan.

Berikut ini adalah Skema blok Diagram alur kerja Panel Konntrol VSD atau desain awal berdasarkan rumusan masalah dan pengolahan data- data awal .



Gambar 3.2 Skema Blok Panel Kontrol VSD

Kemudian di sempurnakan dengan membuat Desain Wiring Diagram Panel Kontrol VSD (*Variable Speed Drive*) yang di buat menggunakan *Software* AutoCad 2014.



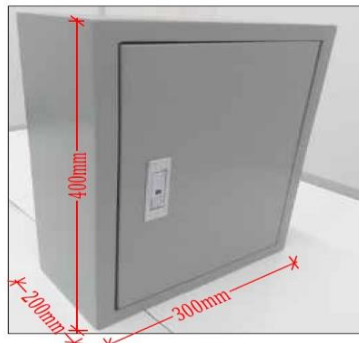
Gambar 3.3 Kerja Panel Kontrol VSD

3.4 Komponen – Komponen yang digunakan

Dalam membuat panel Kontrol VSD ini di perlukan beberapa komponen – komponen yang di perlukan yaitu :

1. Boks Panel

Boks 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, konsleting 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 , kami menggunakan Boks Panel Lokal Tipe Inbow dengan ukuran 400 x 300 x 200 mm.



Gambar 3.4 Boks Panel

2. VSD (*Variable Speed Drive*)

Variable Speed Drive 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, kami menggunakan VSD Schenider dengan Tipe ATV 310



Gambar 3.5 Variable Speed Drive

3. Relay

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 3.5 Relay Omron LY4 N

4. Terminal Kabel

Terminal kabel berfungsi 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.

Dalam rancang bangun panel ini , kami menggunakan Teminal Kabel Lokal



Gambar 3.6 Relay Omron LY4 N

5. Kabel Serabut / NYAF

Kabel berfungsi sebagai penghubung tegangan antara komponen satu dengan komponen lainnya, sehingga antara komponen – satu dengan komponen lainnya dapat saling berhubungan sesuai dengan fungsi dan alur kontrol yang di inginkan , sehingga sistem yang di kehendaki dapat berjalan sesuai yang di inginkan .

Dalam rancang bangun panel ini , kami menggunakan kabel serabut NYAF Jembo dengan ukuran 4 mm.



Gambar 3.7 Kabel NYAF 4 mm

6. Skun Y

Skun berfungsi untuk penjepit kabel serabut agar dapat bisa di kencangkan pada saat di sambungkan ke terminal, sehingga bisa kuat dan stabil dan juga menjaga agar tetap kencang walaupun kabel – kabel penghubung tersebut di tarik.

Dalam rancang bangun panel ini , kami menggunakan skun produk Lokal .



Gambar 3.8 Skun Y

7. Fan Pendingin

Fan pendingin berfungsi untuk membuang panas di dalam boks panel yang di timbulkan oleh komponen VSD, sehingga temperatur dalam boks panel dapat terjaga.



Gambar 3.9 Fan Pendingin

8. Potensio Meter

Potensiometer adalah komponen untuk mengatur besaran frekwensi yang akan di masukkan ke dalam komponen VSD untuk mengatur kecepatan putaran motor yang di kendalikan oleh Panel Kontrol VSD tersebut.



Gambar 3. 10 Potensio Meter

9. Protektor Kabel

Protektor Kabel di gunakan untuk meletakkan kabel- kabel yang sudah di

koneksikan ke terminal- terminal komponen , agar bisa rapi dan tidak khawatir mengenai komponen – komponen yang lain.



Gambar 3.11 Protektor Kabel

3.5 Realisasi Alat

3.5.1 Perakitan Panel Kontrol VSD

Dalam tahap ini ada beberapa tahap yang harus di lakukan dalam merakit panel kontrol VSD (*Variable Speed Drive*) yaitu:

- 1) Persiapan Komponen
 Pada tahap ini, adalah melakukan persiapan komponen yang akan di gunakan dalam merakit panel, yaitu dengan menghitung arus, daya dan spesifikasi komponen. Sehingga didapatkan data – data komponen yang akan di gunakan.
- 2) Pengukuran Dimensi Komponen
 Pada tahap ini adalah mengukur dimensi komponen- komponen yang akan di gunakan, dengan tujuan agar mengetahui ukuran bok panel yang akan di pergunakan.
- 3) Perancangan Desain Bok Panel
 Pada tahap ini, adalah melakukan pembuatan desain bok 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.

Berikut ini adalah hasil perakitan panel kontrol VSD (*Variable Speed Drive*) sesuai dengan desain yang telah di buat sebelumnya .



Gambar 3. 12 Panel Kontrol VSD



Gambar 3. 13 Panel Kontrol VSD

3.5.2 Setting Parameter VSD

Sebelum melakukan pemasangan Panel Kontrol VSD (*Variable Speed Drive*) harus dilakukan setting parameter pada komponen VSD, untuk menyesuaikan kebutuhan perangkat yang akan di kontrol, serta menyesuaikan kapasitas beban motor yang akan di kontrol oleh sistem. Berikut ini adalah tabel setting parameter untuk modul komponen VSD pada Panel Kontrol VSD pada sistem HVAC .

Tabel 3.1 Set Basic Parameter

Menu	Code	Discription	Facto ry Settin g	Costu mer Setting
{Ramp Menu}	501 . 0	{Acceleration} Acceleration time (s)	3 . 0	3 . 0
	501 . 1	{Deceleration} Deceleration time (s)	3 . 0	3 . 0
{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 3.2 Set Motor Parameter

Menu	Code	Discription	Factor	Costumer
			Setting	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

3.6 Pengujian Alat

3.6.1 Alat Ukur Pengujian

Pengujian di lakukan dengan menggunakan dua parameter pengukuran yaitu mengukur putaran motor berdasarkan frekuensi yang sudah di set melalui potensiometer dan pengukuran suara yang di hasilkan Motor Fan HVAC setelah di pasang Panel Kontrol VSD.

4. Pengujian

4.1 Pengaruh Frekuensi Terhadap Kecepatan Putaran Motor

Dalam penelitian ini pengaplikasian nya menggunakan motor fan 3 Fasa pada sistem HVAC,

dimana kasus nya adalah mengkontrol perputaran motor fan 3 fasa dengan Kontrol Panel *Variable Speed Drive* (VSD) dengan melakukan perubahan frekuensi dengan cara manual menggunakan potensio kontrol sesuai kebutuhan, dimulai sejak tanggal 4 Januari – 31 Maret bertempat di Indogrosir Batam, yang beralamat di Komplek Wisma Batamindo (Muka Kuning), Jl. S Parman, Kecamatan Nongsa, Kota Batam Kepulauan Riau Indonesia.

Kontrol kecepatan motor fan juga dapat dilakukan menggunakan metode menggunakan potensio meter yang dapat di atur dimana parameter yang digunakan memiliki fungsi untuk dapat mengatur frekuensi secara manual sehingga perubahan frekuensi pada masukan *Variable Speed Drive* (VSD) sehingga menghasilkan perputaran berbeda yang disebabkan dengan (Rumus 2.5.1)

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari ujicoba motor fan HVAC setelah menggunakan panel kontrol VSD (*Variable Speed Drive*) dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Panel Kontrol VSD dapat mengendalikan putaran motor fan 3 fasa pada HVAC dengan cara mengatur frekuensi di 50 Hz, 45 Hz, 40 Hz, 35 Hz, 30 Hz, 25Hz, putaran yang di hasilkan adalah 1449.5 RPM, 1347 RPM, 1206 RPM, 1059.2 RPM, 911.8 RPM, 764.4 RPM dan suara yang di timbulkan sebesar 79.7 dB, 76.0 dB, 72.2 dB, 71.0 dB, 69.9 dB, 67.7 dB.
2. Grafik dari frekuensi suara, bahwa pada saat frekuensi menurun berpengaruh terhadap penurunan suara yang di timbulkan. Hal ini berarti motor fan HVAC dapat di setting di 30Hz atau 25Hz untuk mengendalikan suara di 69.9 dB atau 67.7 dB, agar dapat memenuhi standar kebisingan pada peraturan KepMen LH No. 48 Th. 1996 yaitu maksimum 70 db untuk area Perdagangan dan Jasa.

DAFTAR PUSTAKA

- [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.v5i1.144.
- [3] N. Evalina, A. H. Azis, dan Zulfikar, “Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable logic controller,” *J. Electr. Technol.*, 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, [Daring]. Tersedia pada: <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 Fasa.” 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.