

# Desain *Human Machine Interface* Android Dengan Teknologi *Internet Of Things* untuk Kontrol *Star Delta* Motor 3 Phase

Didik Dwi Suharso<sup>1</sup>, Hendro Purnomo<sup>2</sup>, Slamet Winardi<sup>3</sup>, Arief Budijanto<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Electro Technical Officer, Politeknik Pelayaran Surabaya

Jl. Gunung Anyar Boulevard No.1, Gn. Anyar, Surabaya 60294 INDONESIA

<sup>3</sup>Sistem Komputer, Universitas Narotama Surabaya

Jl. Arief Rahman Hakim 51, Surabaya 60177 INDONESIA

<sup>4</sup>Teknologi Komputer, Politeknik NSC Surabaya

Jl. Basuki Rahmat No.85, Surabaya, 60271INDONESIA

Email:<sup>1</sup>didik.dwi@polteknepel-sby.ac.id, <sup>2</sup>hendrapoltek35@gmail.com, <sup>3</sup>slamet.winardi@narotama.ac.id, <sup>4</sup>arief212@gmail.com

**Abstract**— The three-phase induction motor starting method can be done by two methods, namely the DOL (Direct On line) method and the Star-Delta method. This motor starting method is needed because there are initial problems when operating the motor, namely at the time of starting the motor there is a surge in current received by the windings or rotor of a three-phase induction motor, if this happens continuously for a long time, it will damage the motor windings. In the research, an HMI (Human Machine Interface) equipment was made that uses an android smart phone to control the starting motor with the DOL and Star-Delta methods. The design consists of the main components of the ESP32 which will receive commands from the smart phone and drive the relay and contactor which is connected to a 3-phase induction motor. Sending data from smart phone to ESP32 wirelessly is via the Internet. Controlling 3 phase motor starting with DOL and star-delta models via Android smartphone. The benefits of this tool can be used as a tool for learning the operation of electric machines, especially 3-phase induction motors with DOL and Star-Delta methods.

**Intisari**— Metoda pengasutan motor induksi tiga fasa dapat dilakukan dengan dua metoda, yaitu metoda DOL (*Direct On line*) dan metode Star-Delta. Metoda pengasutan motor ini dibutuhkan kerana terdapat permasalahan awal pada saat mengoperasikan motor, yaitu pada saat pengasutan motor terjadi lonjakan arus yang diterima lilitan atau rotor pada motor induksi tiga fasa, jika hal ini terjadi secara kontinyu dalam selang waktu yang lama akan merusak lilitan motor. Dalam penelitian dibuat suatu peralatan HMI (*Human Machine Interface*) yang menggunakan android smart phone untuk mengendalikan starting motor dengan metode DOL dan Star-Delta. Rancangan terdiri dari komponen utama ESP32 yang akan menerima perintah dari smart phone dan menggerakkan relay serta kontaktor yang terhubung dengan motor induksi 3 fasa. Pengiriman data dari smart phone ke ESP32 secara wireless yaitu melalui Internet. Pengontrolan starting motor 3 phase dengan model DOL dan star-delta melalui smartphone Android. Manfaat alat ini dapat digunakan sebagai alat bantu untuk pembelajaran pengoperasian mesin listrik khususnya Motor Induksi 3 fasa dengan metode DOL dan Star-Delta.

**Kata Kunci**— DOL, STAR-DELTA, ESP32, HMI, Kodular.

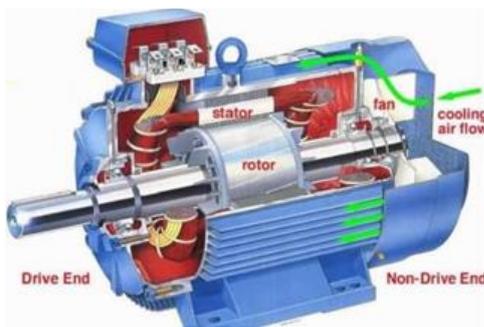
## I. PENDAHULUAN

Motor telah digunakan selama kurang lebih 100 tahun, dan selama waktu itu ada perubahan yang relatif sedikit dalam penggunaan fungsinya.[1] Dalam industri banyak menggunakan Motor-motor induksi dalam mesin-mesin yang digunakan untuk proses produksi, salah satunya adalah Motor induksi 3 fasa paling banyak digunakan dalam industri. Dengan menggunakan motor tersebut akan menghemat waktu produksi, sehingga akan menghemat biaya produksinya juga. Alat penggerak yang paling efektif yang banyak digunakan dalam dunia industri adalah motor induksi 3 fasa.[2] Karena motor tersebut mempunyai konstruksi yang sederhana, kokoh dan harganya relatif murah, selain itu perawatannya relatif mudah. Tetapi dalam penerapannya terdapat permasalahan awal, yaitu lonjakan arus pengasutan yang diterima lilitan atau rotor pada motor induksi tiga fasa secara kontinyu dan dalam selang waktu yang lama dapat merusak lilitan motor.[3] Pada motor induksi tiga fasa, arus pengasutan dapat mencapai empat sampai tujuh kali dari besar arus nominalnya. Jika hal ini terjadi dalam dunia perindustrian yang sebagian besar menggunakan motor-motor dengan daya (HP) yang besar, maka dapat terjadi lonjakan arus pengasutan yang lebih besar dan kondisi ini tidak boleh terjadi, karena dapat mengganggu jaringan dan dapat merusak motor itu sendiri. Sehingga dibutuhkan cara pengasutan motor yang dapat mengurangi lonjakan arus pengasutan yang sangat besar. Cara pengasutan motor induksi dapat dilakukan dengan beberapa metoda yaitu, metoda DOL (*direct on line*), star-delta, auto transformer, dan soft starting.[4] Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, maka pada penelitian ini akan dibuat suatu peralatan HMI (*Human Machine Interface*) yang dapat digunakan pengasutan motor induksi 3 fasa dengan metoda pengasutan star-delta.[5] Pengasutan star-delta adalah sebuah cara pengasutan motor induksi 3 fasa dengan konfigurasi bintang terlebih dahulu kemudian diubah menjadi konfigurasi delta yang berfungsi untuk reduksi lonjakan arus. Perubahan konfigurasi biasanya dilakukan dengan menggunakan pewaktu (*timer*), ketika *timer* sudah mencapai *setting* 1 menit maka konfigurasi akan berubah.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengembangan dari sistem starting stardelta yang sudah ada yaitu perubahan konfigurasi akan dirancang dengan menggunakan *setting timer* menggunakan ESP32.[6], [7] Rancangan sistem pengasutan ini motor induksi ini dilengkapi dengan *opto coupler* sebagai sensor kecepatan, rangkaian pengkondisi sinyal yang akan membaca sinyal HIGH dan LOW dalam waktu tertentu sehingga dapat dibaca kecepatan putaran motor. Dengan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka diusulkan pembuatan suatu rangkain starting motor induksi 3 fasa yang dapat dikendalikan melalui perlatan HMI melalui wifi (IoT) yang implementasinya menggunakan android smartphone.[8], [9].

II. LANDASAN TEORI

Motor induksi tiga fasa adalah jenis motor ac yang paling umum dan populer digunakan untuk penggerak industri. Motor ini digunakan karena murah, tangguh, efisien dan dapat diandalkan. Ini memiliki pengaturan kecepatan yang baik dan torsi tinggi. Ini membutuhkan sedikit perawatan dan memiliki kapasitas kelebihan yang wajar. Motor induksi 3 fasa terdiri dari dua bagian utama, yaitu stator dan rotor. Stator adalah bagian motor yang tetap (tidak berputar), sedangkan bagian motor yang berputar disebut rotor.



Gambar 1. Konstruksi Motor Induksi 3 Fasa

A. Cara Kerja Motor Induksi Tiga Fasa

Ketika tegangan 3 fasa diberikan pada ketiga lilitan stator motor induksi, sehingga mengakibatkan timbulnya putaran medan magnet dengan kecepatan yang searah(sinkron).

$$n_s = \frac{120f}{p} \tag{1}$$

Dimana :

ns = kecepatan slip motor (rpm)

f = frekuensi jaringan(Hz)

p = jumlah kutub motor

Medan magnet yang berputar tersebut akan memotong konduktor rotor sehingga membangkitkan tegangan induksi. Ketika konduktor rotor terhubung singkat, maka arus akan mengalir dalam konduktor rotor. Didalam medan magnet mengakir arus rotor dari stator, dengan merujuk hukum Lorenz mengakibatkan timbulnya gaya. Jika gaya sudah

cukup mengerakkan rotor maka kecepatan putarnya dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$n_r = (1 - s)n_s \tag{2}$$

Dimana :

nr = Kecepatan aktual rotor (rpm)

s = Kecepat slip

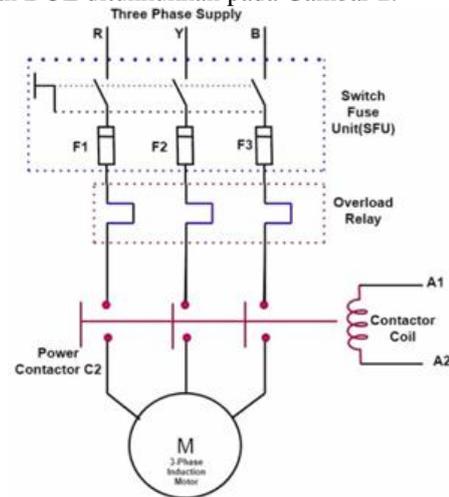
jika medan putar memotong konduktor rotor akan membangkitkan tegangan induksi, sehingga kecepatan medan putar stator tidak sama dengan kecepatan rotor, sehingga ada selisih dimana kecepatan medan putar (kecepatan sinkron ns) lebih tinggi dari kecepatan rotor (nr). Perbedaan kecepatan ini disebut slip (s) yang dinyatakan dengan:

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100\% \tag{3}$$

Dengan adanya perbedaan kecepatan rotor dan medan putar ini maka mesinnya diberi sebutan mesin tak sinkron.

B. Pengasutan Motor Induksi dengan DOL

Pengasutan motor induksi dengan DOL (Direct On Line) adalah pengasutan motor induksi secara langsung. Cara ini sering digunakan untuk pengasutan motor-motor AC dengan daya kecil. Pengertian pengasutan secara langsung adalah motor yang dijalankan langsung pada saat saklar pada posisi ON ke sumber tegangan jala-jala sesuai dengan tegangan nominal motor, sehingga tidak perlu mengatur atau menurunkan tegangan pada saat pangasutan, arus pengasutan sama dengan arus hubung singkat. Diagram skematik pengasutan DOL ditunjukkan pada Gambar 2.

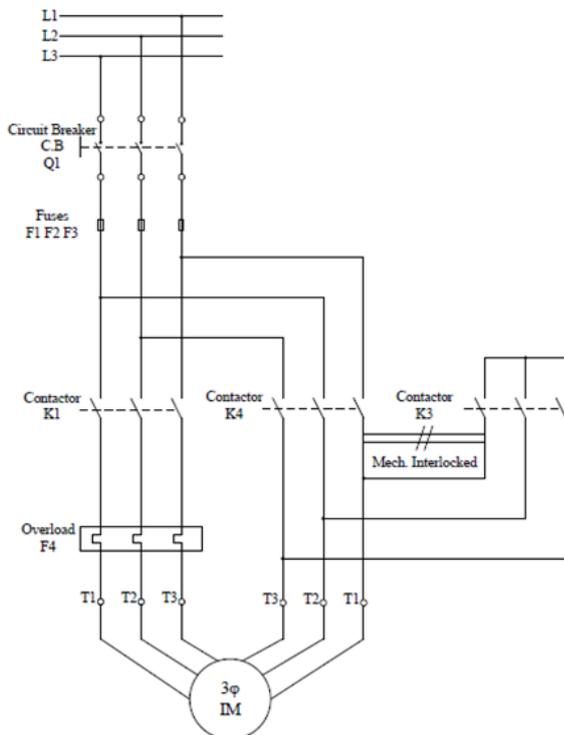


Gambar 2. Diagram Skematik Pengasutan DOL

C. Pengasutan Motor Induksi Dengan Star-Delta

Penggunaan pengasutan motor induksi dengan metoda star-delta terutama untuk motor induksi rotor sangkar yang direncanakan bekerja pada hubungan delta. Ujung-ujung dari kumparan fasanya dihubungkan ke terminal motor, kemudian merangkai hubungan bintang dan hubungan Delta. Pada awal mula kumparan terhubung secara bintang, sehingg tegangan fasan sama denganr 0.577 dari tegangan kumparan pada saat

terbung secara delta, dan impedensi kumparan tersebut terhubung secara delta. Dengan demikian, arus pengasutan pada hubungan bintang adalah lebih kecil bila dihubungkan dengan delta. Begitu juga ketika pengasutan adalah sebanding dengan besarnya arus pengasutan yang timbul. Secara umum dalam implementasi alat pengasutan motor induksi dihubungkan dengan kontaktor-kontaktor yang dimiliki oleh masing-masing hubungan tersebut. Perpindahan hubungan Bintang ke Delta didalam sistem *pengasutan* ini diatur oleh suatu relay pengatur waktu (*Time Delay Relay*). Pada saat perpindahan hubungan Bintang ke Delta terjadi pemutusan arus sesaat dari arus jala-jala. Tetapi kondisi ini dapat diatasi menggunakan sistem peralihan tertutup dengan hubungan sebuah tahanan kedalam rangkaian selama perpindahan berlangsung. Diagram skematik pengasutan star-delta ditunjukkan pada gambar 3.



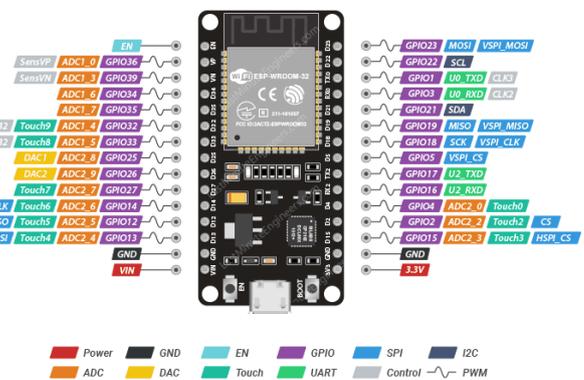
Gambar 3. Diagram Starting Star-Delta

**D. Mikrokontroler ESP32**

Perusahaan Espressif (Perusahaan semikonduktor yang memproduksi ESP8266) telah merilis microcontroller ESP32 yang merupakan penerus ESP8266. ESP32 tidak hanya memiliki dukungan WiFi, tetapi juga dilengkapi Bluetooth 4.0 (BLE/Bluetooth Smart) sehingga sangat cocok untuk hampir semua proyek IoT. Salah satu kelebihan ESP32 adalah ia memiliki lebih banyak GPIO dari pada ESP8266. ESP32 memiliki total 48 pin GPIO, hanya 25 pin yang hubungkan ke header pin terdapat pada kedua sisi papan pengembangannya (ESP32 board development).[10] Berikut spesifikasi dari ESP32 dapat dilihat dalam tabel 1 dan konstruksi pin out ESP32 dapat dilihat pada gambar 4.

Tabel 1. Spesifikasi Microcontroller ESP32

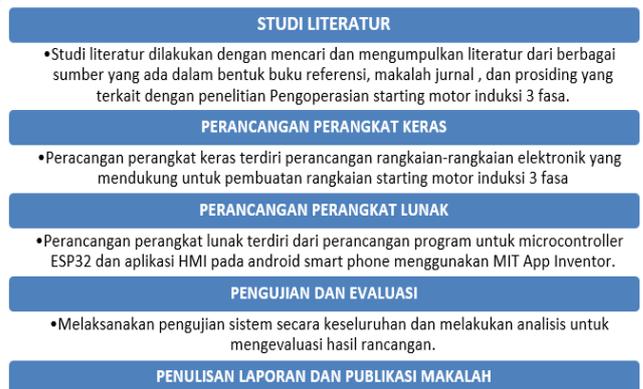
15 Kanal ADC ( <i>Analog to Digital Converter</i> )	15 kanal ADC 12 Bit yang menggunakan SAR dalam proses konversi sinyal analog menjadi sinyal digital. Jangkauan ADC dapat diatur melalui software 0-1V, 0-1.4V, 0-2V or 0-4V
2 Antarmuka UART	2 antarmuka UART. Satu digunakan untuk memuat kode secara serial Mereka menampilkan kontrol aliran dan mendukung IrDA juga
25 Oupout PWM	25 saluran pin PWM untuk meredupkan LED atau mengendalikan motor.
2 Kanal DAC ( <i>Digital to Analog Converter</i> )	DAC 8-bit untuk menghasilkan tegangan analog yang sebenarnya.
3 Antarmuka SPI dan I2C	Ada 3 antarmuka SPI dan 1 I2C untuk menghubungkan semua jenis sensor dan periferal.
9 Touch Pads	9 GPIO memiliki fitur penginderaan sentuh kapasitif.



Gambar 4. Diagram Starting Star-Delta

**III. METODE PENELITIAN**

Metode pelaksanaan penelitian yang akan dilaksanakan di laboratoium Politeknik Pelayaran Surabaya dapat dilihat pada gambar 5.

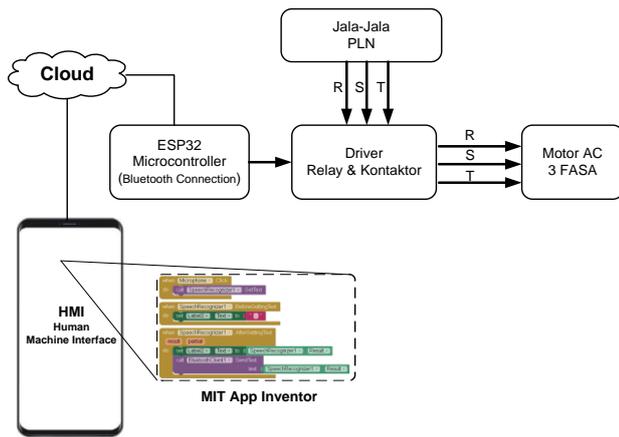


Gambar 5. Metode Pelaksanaan Penelitian

**E. Diagram Blok Sistem**

Diagram blok rancangan perangkat keras HMI Starting Motor Induksi 3 Fasa dapat dilihat pada gambar 6. Diagram blok tersebut terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

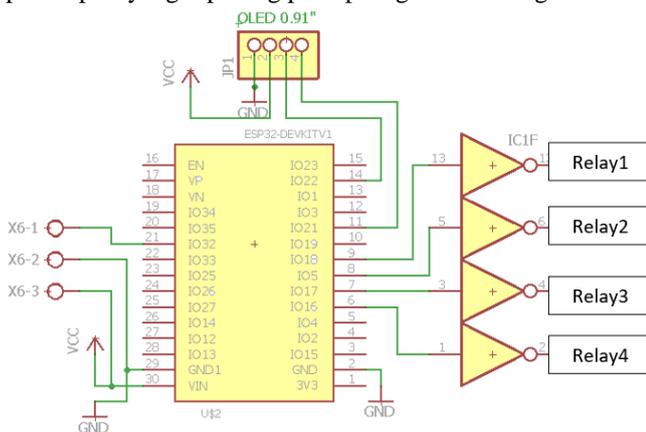
1. Microcontroller ESP32  
Merupakan pusat pengendali mikro yang berfungsi untuk membaca data setting starting motor yang dikirimkan dari android smart phone melalui komunikasi bluetooth ke ESP32 dan berfungsi sebagai pengendali starting motor .
2. Driver Relay & Kontaktor  
Blok ini terdiri rangkaian transistor yang berfungsi untuk menggerakkan relay dan kontaktor. Dimana rangkaian transistor tersebut difungsikan sebagai saklar.



Gambar 6. Blok Diagram Sistem

**F. Rangkaian Kontroler Esp32**

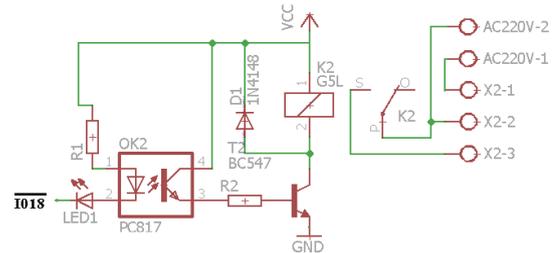
Rangkaian kontroler ESP32 merupakan pusat pengolahan data dan pengambil keputusan. Beberapa fungsi dari ESP32 adalah menerima data yang dikirimkan dari smart phone melalui wifi. Data tersebut digunakan untuk mengendalikan proses pengasutan motor AC 3 fasa dengan metode DOL dan STAR-DELTA. Selain itu memantau motor AC pada kondisi ON atau OFF yang dapat dilihat pada layar smart phone serta kecepatan putaran motor dengan menggunakan sensor optocoupler yang dipasang pada piringan berlubang.



Gambar 7. Rangkaian Minimum Sistem IoT

**G. Rangkaian Driver Relay**

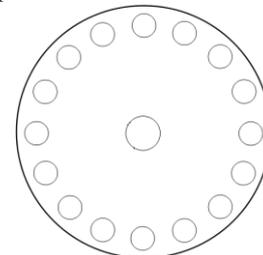
1) Penggerak relay terdiri dari 4 buah, sehingga dengan mengkombinasikan dari 4 buah penggerak relay tersebut dapat mengkonfigurasi. Skematik rangkaian tersebut dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian Relay

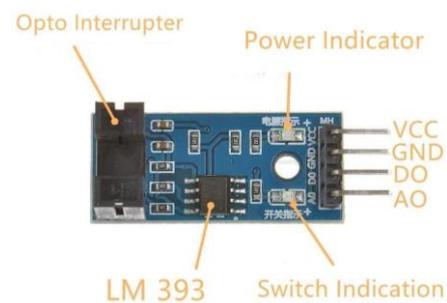
**H. Sensor RPM Motor**

Untuk mengetahui motor 3 phase bekerja dengan cara mendeteksi putaran kecepatan motor. Dengan memberikan piringan yang berlubang pada as motor maka akan diketahui, apakah motor berputar atau tidak.



Gambar 9. Piringan Berlubang

Dari piringan berlubang ini dibaca sinyal HIGH dan LOW yang membentuk pulsa-pulsa yang akan dihitung setiap menitnya, sehingga dapat dihasilkan nilai kecepatan putaran motor induksi tersebut. Modul Sensor Optocoupler seperti pada gambar di bawah ini.

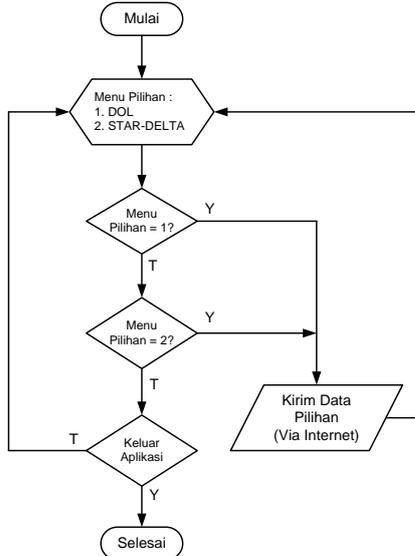


Gambar 10. Modul Sensor Optocoupler

**I. Perangkat Lunak Sistem**

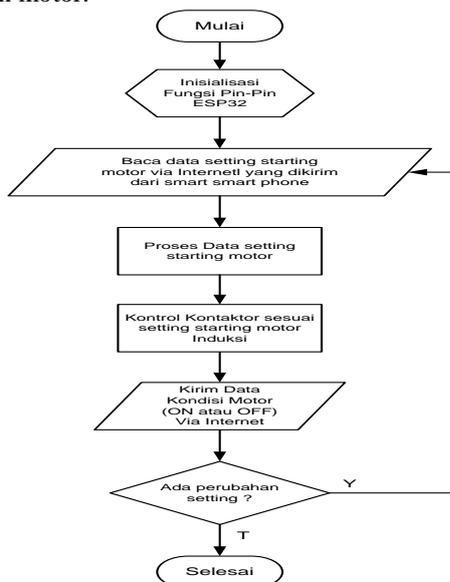
Perancangan perangkat lunak sistem menggunakan software C++ dan Android yang menggunakan Kodular serta database menggunakan Firebase. C++ diimplementasi pada microcontroller ESP32 dan Kodular diimplementasi pada pembuatan program aplikasi android smart phone dan database untuk menghubungkan antara smartphone Android

dengan mikrokontroler ESP32. Setelah melakukan pilihan untuk menjalankan motor AC, kemudian melakukan pengiriman data teks yang merupakan hasil dari menu pilihan melalui internet dengan tujuan ke Database Firebase.



Gambar 11. Diagram Alir Program Smartphone Android

Untuk implementasi C++ pada ESP32 diagram alirnya dapat dilihat pada gambar 12. Pertama-pertama yang harus dilakukan adalah membuat program inisialisasi pin-pin microcontroller ESP32 sebagai input dan output yang sesuai kebutuhan. Kemudian dilanjutkan dengan proses membaca data teks yang telah dikirim dari android smart phone. Data teks tersebut akan diolah oleh ESP32 dan hasil berupa keputusan untuk menjalankan motor AC dengan metode DOL atau STAR-DELTA. Langkah selanjutnya microcontroller ESP32 mengirimkan pesan balik ke smart phone via internet untuk memberitahukan kondisi motor AC sedang bekerja (ON) atau tidak bekerja (OFF) dengan mendeteksi putaran kecepatan motor.



Gambar 12. Diagram Alir Program ESP32

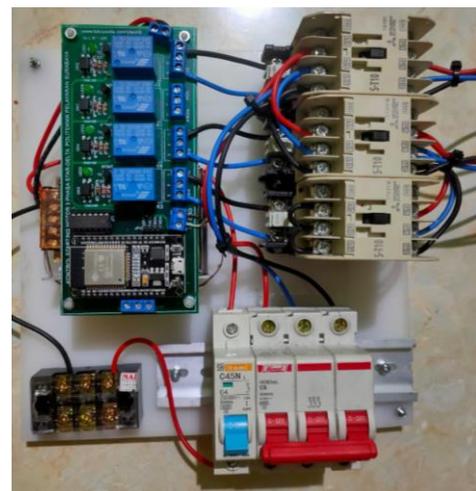
Untuk menghubungkan Smartphone Android dengan ESP32 dibutuhkan database yang merekam aktifitas penekanan tombol pada layar smartphone atau memonitoring putaran motor dengan sensor kecepatan putaran motor menggunakan database Google yang bernama Firebase. Desain database untuk pengaturan kecepatan motor induksi 3 phase adalah sebagai berikut.



Gambar 13 Database Variabel Kontrol Motor

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari proses perancangan untuk hardware dan software monitoring dan kontrol motor induksi 3 phase dengan teknologi HMI (*Human Machine Interface*) menggunakan smartphone Android dihasilkan sebuah prototipe seperti pada gambar di bawah ini.

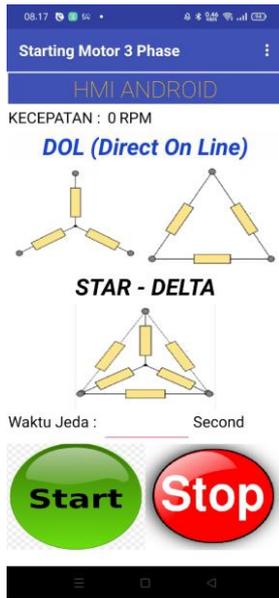


Gambar 13. Hasil Desain Kontrol Motor Induksi 3 Phase

Untuk software Android yang mengontrol relay dan mengkopel kontaktor dan kemudian menggerakkan motor induksi 3 phase. Menu dalam software terdiri dari starting DOL (Direct On Line) dan star-delta. Software untuk merancang interface Android menggunakan software App Inventor 2, merupakan software milik MIT, yang terbagi menjadi dua tahapan, yaitu :

1. Desain screen Android yang digunakan untuk melayout tampilan dari alat kontrol motor induksi 3 phase.

2. Blok Program yang berfungsi untuk membuat program dari interface yang kita desain, berupa blok puzzle progra.,

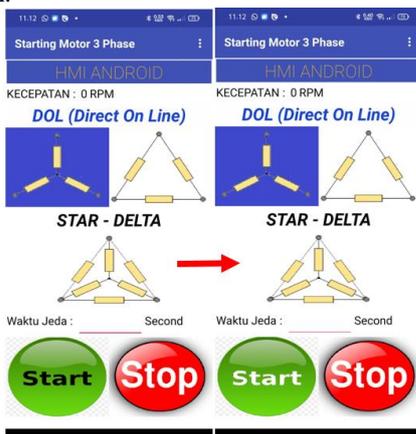


Gambar 14. Menu Awal Starting Motor Induksi 3 Phase

*J. Direct Online Star (DOL Star)*

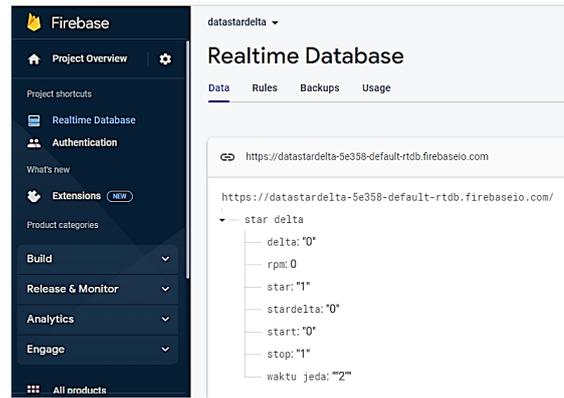
Saat melakukan ujicoba software, hardware, dan database perlu disinkronkan terlebih dahulu dengan cara mnekoneksikan hardware dan software ke dalam jaringan dengan mengisikan SSID dan password pada program di ESP32 dan smartphone terhubung dengan Wifi atau menggunakan paket data. Koneksi terjadi pada mikrokontroler ESP32 ditandai dengan LED internal menyala terus.

Proses pengujian DOL Star, pertama tekan tombol yang bergambar bintang sampai warnanya berubah menjadi biru, kemudian dilanjutkan dengan menekan tombol start, yang awalnya tulisan pada tombol berwarna hitam berubah menjadi warna putih.



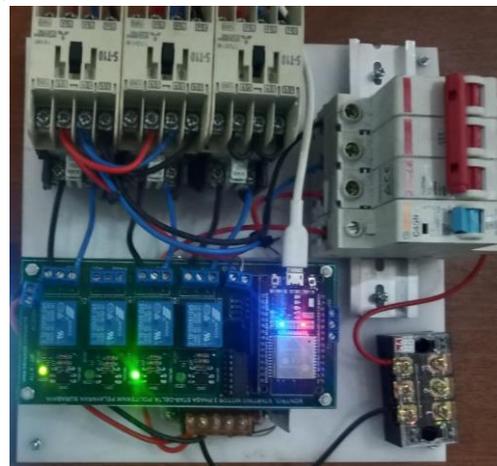
Gambar 15. Starting DOL Star

Setelah melakukan penekanan tombol pada smartphone kemudian akan merubah kondisi data di database Firebase, dengan memberikan nilai "1" pada Tag "star" dan Tag "start", seperti terlihat pada gambar di bawah ini



Gambar 16. Database DOL Star

Dari database Firebase ini data diambil oleh mikrokontroler ESP32 kemudian dicocokkan, untuk memerintahkan mikrokontroler menyalakan relay yang terhubung dengan kontaktor K1 dan K2 sebagai konfigurasi untuk menjalankan motor induksi 3 phase dengan mode star (bintang). Hasil ujicoba menggerakkan relay kontrol sebagai berikut :



Gambar 17. Relay DOL Star

Untuk koding Android pada sub program startingDOL Star sebagai berikut :

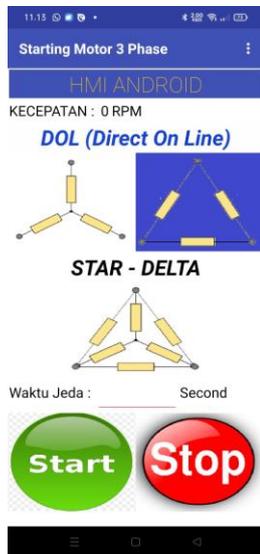
```

when tumb_star Click
do
set global s_star to not get global s_star
if get global s_star == true
then
set tumb_star Image to simbol_star_biru.jpg
set tomb_delta Enabled to false
set tomb_stardelta Enabled to false
set global pilih to true
call Firebase_Database1 Store Value
tag star
value To Store 1
else
set tumb_star Image to simbol_star.gif
set tomb_delta Enabled to true
set tomb_stardelta Enabled to true
set global pilih to false
call Firebase_Database1 Store Value
tag start
value To Store 0
    
```

Gambar 18. Code Subprogram Tombol DOL Star

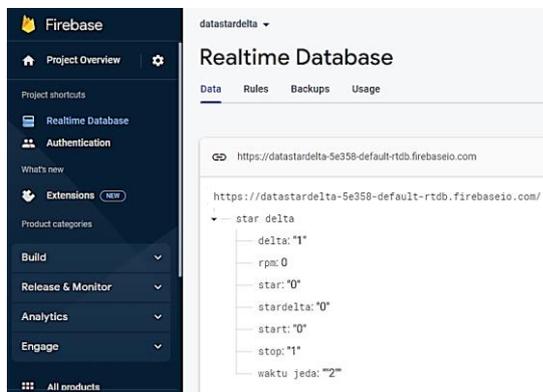
**K. Direct Online Delta (DOL Delta)**

Setelah mencoba starting DOL Star selajutnya dicoba untuk DOL Delta. Dengan proses yang sama yaitu mengaktifkan tombol Delta dengan ditandai tombolnya berwarna biru, kemudian tekan tombol start yang ditandai dengan teks tombol berubah dari hitam menjadi putih.



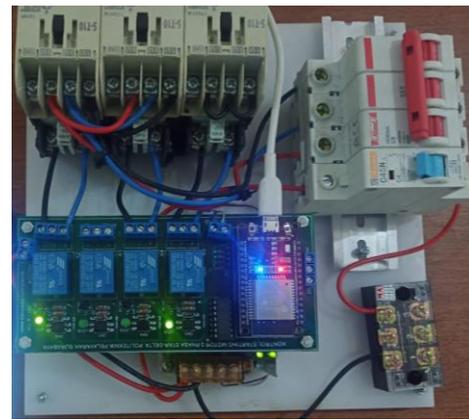
Gambar 19. Starting DOL Delta

Dari penekanan tombol pada aplikasi ini akan merubah nilai database di Firebase, perubahan terjadi pada tag “delta” dan Tag “start” yang akan berubah nilainya menjadi 1 yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 20. Database DOL Delta

Perubahan nilai pada database akan dibaca oleh mikrokontroler kemudian dibandingkan dengan data yang sudah ditentukan dengan membaca Tag “delta” dan Tag “start”, apakah kedua Tag bernilai 1, jika keduanya bernilai 1 maka mikrokontroler akan memfungsikan sistem menjadi rangkaian starting DOL Delta. Mikrokontroler akan menghidupkan relay 1 dan relay 3 yang terhubung dengan kontaktor K1 dan K3 yang mengkonfigurasi menjadi rangkaian DOL Delta. Gambar dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 21. Pengujian DOL Delta

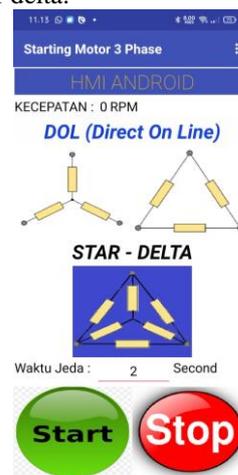
Berikut adalah subprogram untuk menguji rangkaian relay dan kontaktor untuk starting Delta.



Gambar 22. Code Subprogram Tombol DOL Delta

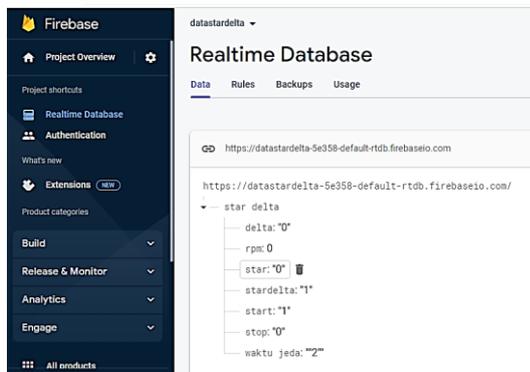
**L. Starting Star Delta**

Setelah melakukan serangkaian uji coba dengan starting DOL, berikutnya dilakukan starting motor induksi 3 phase dengan metode star delta.



Gambar 23. Code Subprogram Tombol Star Delta

Sebelum menekan tombol star delta terlebih dahulu harus memasukkan waktu jeda, yang berfungsi untuk menunda perpindahan starting dari star ke delta, jika tidak diisi maka tombol star delta tidak dapat ditekan. Setelah tombol star delta ditekan maka akan mengubah nilai database pada platform Firebase. Berikut adalah database unruk star delta.

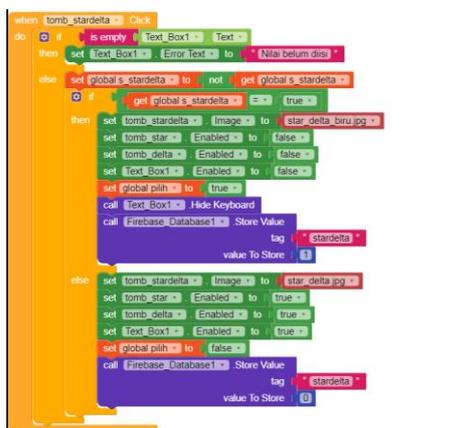


Gambar 24. Database Star Delta

Dari database Firebase ini data dikirimkan ke mikrokontroler ESP32 kemudian diverifikasi datanya untuk melaksanakan perintah sesuai urutan proses starting star delta, yaitu pertama menghidupkan relay dan kontaktor untuk starting star selama waktu jeda yang telah diinputkan (misal 2 detik) seperti gambar sebelah kiri, setelah mencapai waktu 2 detik berikutnya K1 tetap kontak dan K2 atau kontaktor star akan dimatikan dalam kurun waktu sekitar 1 detik untuk mengosongkan muatan yang tersimpan pada motor, kemudian mikrokontroler akan mengaktifkan relay-relay untuk kontaktor K1 dan K3 sehinggaberubah ke starting delta.



Gambar 25. Pengujian Star Delta



Gambar 26. Sub Program Kontrol Star Delta

Gambar diatas merupakan potongan program untuk menjalankan starting star delta dengan menekan tombol bergambar simbol star delta.

V. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan pengujian dari sistem kontrol dan monitoring motor induksi 3 paha dapat ditarik kesimpulan diantaranya adalah :

1. Untuk menghubungkan antara hardware kontrol dan monitoring motor 3 fasa dengan smartphone melalui jaringan internet membutuhkan sebuah server cloud berupa server database dan dalam penelitian ini menggunakan server database milik Google yaitu Firebase.
2. Respon time untuk setiap aktifitas menghidupkan atau mematikan motor induksi 3 fasa ini memerlukan beberapa detik tergantung dari kecepatan internet yang digunakan.
3. Software aplikasi Android yang dibuat masih dalam bentuk prototipe belum diunggah ke playstore, namun saran jika software sudah fix dan bagus wajib diunggah ke Playstore sehingga dapat diakses oleh banyak user dan dianggap software yang legal oleh Google.
4. Human Machine Interface yang dikembangkan dalam aplikasi Android ini hanya berupa kontrol dan monitoring kecepatan putaran motor induksi 3 fasa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah memberikan wajah kepada dosen untuk melakukan riset, Kepala P3M Poltekel yang memberikan sarana pada seluruh dosen untuk dapat melaksanakan tri dharma penelitian. Kepada kepala Jurusan ETO yang telah memberikan motivasi untuk menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Y. Pranata, T. Arfianto, and N. Taryana, "Analisis Unjuk Kerja Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Inverter 3 Fasa," *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi Dan Kontrol*, vol. 4, no. 2, pp. 91–102, Nov. 2018, doi: 10.15575/telka.v4n2.91-102.
- [2] A. Faizal, "Perancangan Pengendalian Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Pada Mesin Sentrifugal Dengan Pendekatan Model Viteckova Orde Dua Menggunakan Metode Hybridfuzzy-SMC," *J. Sains Teknol. Dan Ind.*, vol. 15, no. 2, p. 138, Jun. 2018, doi: 10.24014/sitekin.v15i2.5116.
- [3] Fenty Pandansari, H. Prasetyo, and Y. T. Tularsih, "Analisa Pengembangan Sistem Pemantau Daya Listrik Berbasis IoT," *J. Tek.*, vol. 19, no. 2, pp. 120–129, Dec. 2021, doi: 10.37031/jt.v19i2.185.
- [4] M. I. P. Naibaho and I. K. Wijaya, "STUDI ANALISIS PERBANDINGAN METODE STARTING DIRECT ON LINE (DOL) DAN VARIABEL SPEED DRIVE (VSD) PADA MOTOR FAN UNTUK COOLING TOWER DI PT. RAPP (RIAU ANDALAN PULP PAPER)," vol. 8, no. 1, p. 6, 2021.
- [5] I. Rifaldo and M. Yuhendri, "Sistem Monitoring Kecepatan Motor Induksi dengan HMI Berbasis PLC," vol. 3, no. 2, p. 7, 2022.
- [6] W. Widodo, M. Ruswiansari, and A. Qomar, "Monitoring Pemakaian Daya Listrik Secara Realtime Berbasis Internet Of Things," p. 6, 2019.

- [7] D. A. Putra and R. Mukhaiyar, "Monitoring Daya Listrik Secara Real Time," *Voteteknika Vocat. Tek. Elektron. Dan Inform.*, vol. 8, no. 2, p. 26, Aug. 2020, doi: 10.24036/voteteknika.v8i2.109138.
- [8] S. Nor, "Penerapan Internet Of Things (Iot) Sebagai Pengendali Peralatan Listrik Dan Pemantau Daya Listrik Berbasis Web," vol. 2, no. 2, p. 7.
- [9] B. Saputra, S. Winardi, and A. Nugroho, "Rancang Bangun Alat Meteran Air Pintar Berbasis IoT Sebagai Penunjang Layanan Distribusi Pdam," *J. Resist. Rekayasa Sist. Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–10, Apr. 2021, doi: 10.31598/jurnalresistor.v4i1.588.
- [10] J. W. Jokanan, A. Widodo, N. Kholis, and L. Rakhmawati, "Rancang Bangun Alat Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT Menggunakan Firebase Dan Aplikasi Android," vol. 11, p. 9, 2022.