

Kontrol dan Monitoring Kecepatan Motor Induksi Berbasis *Internet of Things*

Fatimah Hanifah^{1*}, Muldi Yuhendri²

^{1,2} Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*Corresponding author, email: fatimahhanifah175@gmail.com

Abstrak	INFO.
<p>Penelitian ini bertujuan untuk melakukan kendali dan <i>monitoring</i> kecepatan dan arah putaran motor induksi tiga fasa berbasis <i>internet of things</i> yang dapat dikendalikan melalui jaringan internet. Pengaturan kecepatan motor dilakukan dengan menggunakan <i>Varibel Speed Drive</i> Sinamic G120 yang dikontrol melalui <i>Programable Logic Controller</i> Simatic S7 1200 1215C. Sistem kontrol dan monitoring motor induksi ini diimplementasikan pada motor induksi 0,75 kW dengan menggunakan multi <i>display</i>, yang terdiri dari <i>Human Machine Interface</i> Simatic KTP 700 Comfort, <i>Personal Computer</i> server dan <i>client</i> berupa <i>smartphone</i> dan <i>personal computer client</i>. Antara server dengan <i>client</i> dihubungkan melalui internet, sedangkan antara server dengan HMI dan PLC dihubungkan melalui kabel ethernet. Pemrograman dilakukan dengan menggunakan TIA portal dan <i>wincc unified</i> PC. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem kontrol dan monitoring kecepatan dan arah putaran motor induksi berbasis <i>internet of things</i> yang diusulkan telah bekerja dengan baik, dimana semua tampilan yang digunakan sebagai interface untuk kontrol dan monitor motor, baik pada server maupun pada <i>client</i> telah sukses menampilkan data motor yang dimonitor dan juga telah sukses mengendalikan motor sesuai dengan yang diinginkan.</p>	<p>Info. Artikel: No. 456 Received. July, 06, 2023 Revised. July, 17, 2023 Accepted. August, 02, 2023 Page. 519 – 528</p> <p>Kata kunci: ✓ Motor Induksi ✓ Sinamic G120 ✓ Human machine interface ✓ Internet of Thing ✓ Wincc unified PC</p>
<p>Abstract</p> <p><i>This research aims to control and monitor the speed and rotation direction of three phase induction motors based on the internet of things which can be controlled via the internet network. Motor speed regulation is carried out using a Sinamic G120 Variable Speed Drive which is controlled via the Simatic S7 1200 1215C Programmable Logic Controller. This induction motor control and monitoring system is implemented on a 0.75 kW induction motor using multi displays, consisting of the Simatic KTP 700 Comfort Human Machine Interface, Personal Computer servers and clients in the form of Smartphones and personal computer clients. Between the server and the client are connected via the internet, while between the server and the HMI and PLC are connected via an ethernet cable. Programming is done using the TIA portal and wincc unified PC. The test results show that the proposed internet of things-based control and monitoring system for controlling and monitoring the speed and direction of rotation of the induction motor has worked well, where all displays used as interfaces for motor control and monitoring, both on the server and on the client have successfully displayed the correct motor data. monitored and also has succeeded in controlling the motor as desired.</i></p>	

PENDAHULUAN

Industri yang ada saat ini banyak ditemukan menggunakan motor listrik untuk peralatan yang dapat menghasilkan gerakan baik secara linear maupun gerakan berputar [1]. Banyak jenis motor yang diterapkan pada peralatan di industri. Pemilihan jenis motor ini disesuaikan dengan kebutuhan [2]. Salah satu contoh jenis motor yang banyak digunakan adalah motor induksi. Motor induksi ini merupakan salah satu motor arus bolak balik yang banyak digunakan karena memiliki beberapa keunggulan, seperti lebih efisien, konstruksinya lebih sederhana dan kuat serta harganya lebih murah dibandingkan motor jenis lain [3][4][5]. Karena konstruksinya yang sederhana, maka perawatan motor induksi ini juga lebih mudah dibandingkan motor jenis lain [6].

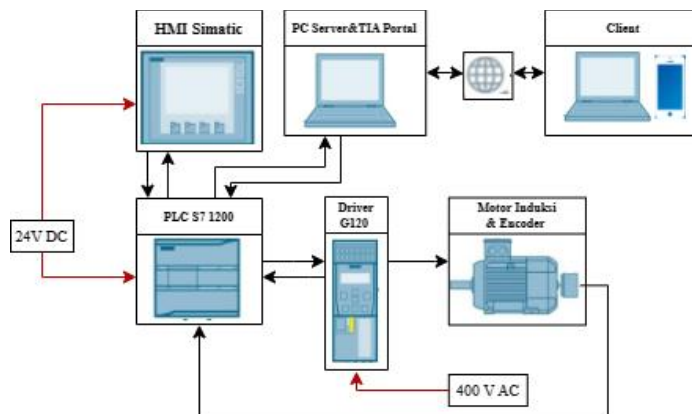
Berdasarkan sumber listrik yang digunakan, motor induksi ini terdiri dari motor induksi satu fasa dan tiga fasa. Motor induksi tiga fasa lebih sering dipakai dalam dunia industri untuk daya besar [7]. Untuk memenuhi berbagai kebutuhan penggerak, maka dalam penggunaannya, motor induksi perlu dikendalikan. Beragam kendali yang perlu dilakukan pada sebuah motor, seperti kendali kecepatan yang bervariasi, arah putaran, pengasutan arus start untuk motor berdaya besar dan pengereman [8][9][10]. Beragam peralatan yang dapat digunakan untuk kebutuhan kendali tersebut. Mulai dari sakelar mekanik seperti kontaktor, konverter daya dan sebagainya [11]. Penggunaan konverter daya adalah pilihan yang banyak dilakukan dalam mengendalikan motor induksi tiga fasa. Dengan menggunakan konverter daya jenis inverter memungkinkan kita mengendalikan kecepatan, pengasutan arus start dalam bentuk *soft starting*, pengereman dan pengendalian arah putaran. Penggunaan inverter dua arah memungkinkan mengoperasikan mesin induksi dalam empat kuadran operasi mesin listrik [12].

Konverter daya untuk kendali motor induksi ini sudah banyak yang dikemas dalam bentuk modul yang biasa disebut dengan *Variable Speed Drive (VSD)* atau *Variable Frequency Drive (VFD)* [13]. Hal ini akan lebih memudahkan konsumen dalam mengoperasikan pengendalian motor induksi untuk berbagai kebutuhan. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengendalian motor induksi tiga fasa dengan menggunakan VSD Siemen Sinamic G120. VSD ini dapat dioperasikan melalui *Basic Operator Panel (BOP)* yang ada pada VSD tersebut atau dioperasikan melalui sinyal eksternal dengan peralatan lain seperti menggunakan *Programmable Logic Controller (PLC)* atau dioperasikan dengan komunikasi ethernet yang memungkinkan VSD ini dikendalikan melalui *interface display* seperti *Personal Computer (PC)* atau *Human Machine Interface (HMI)* [14]. Dalam penelitian ini, VSD Sinamic G120 akan dikendalikan dengan PLC Simatic S7 1200 1215C. Penggunaan PLC ini memungkinkan VSD ini diimplementasikan dengan jaringan internet berbasis *internet of things (IoT)*. Penggunaan IoT memungkinkan motor dikendalikan dan dimonitoring dari jarak jauh dalam berbagai bentuk aplikasi, seperti implementasi kendali motor induksi berbasis IoT dengan menggunakan Labview dan webserver [3], aplikasi blynk [15], web server dan *client* [16][17]. Implementasi IoT akan memudahkan pengguna dalam mengoperasikan dan mengawasi kerja motor, lebih handal serta juga membuat kerja lebih efisien [18].

Berdasarkan keunggulan penggunaan IoT ini, maka dalam penelitian ini diusulkan kendali dan monitoring motor induksi tiga dengan VSD berbasis IoT dengan *interface display* berupa HMI, PC dan *smartphone*. Ada dua PVC yang digunakan, yakni satu untuk web server dan satu lagi sebagai *client*. Sistem kendali diimplementasikan untuk motor induksi tiga fasa 0,75 kW dengan VSD Sinamic G120 dan PLC S7 1200 1215C. Kendali motor yang diusulkan mencakup kendali kecepatan dan arah putaran. Dengan menggunakan VSD, maka pengasutan arus start sudah dapat ditangani secara langsung dengan konsep *soft starting* pada VSD tersebut. Parameter yang dimonitor mencakup kecepatan putaran dalam bentuk angka dan grafik serta arah putaran. Konsep IoT dirancang dengan menggunakan software TIA portal dan WINCC Unified PC yang terintegrasi dengan TIA Portal.

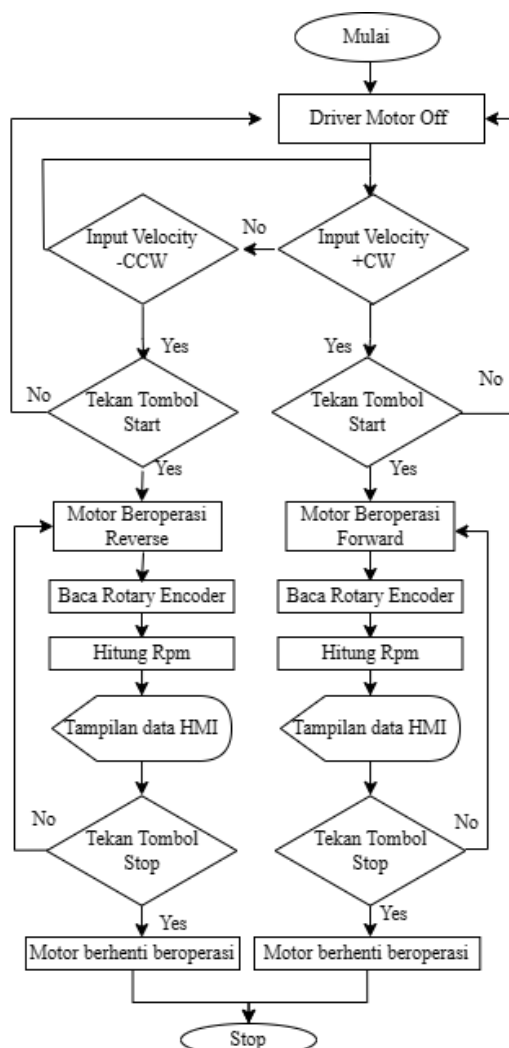
METODE PENELITIAN

Penelitian tentang sistem kendali dan monitoring motor induksi menggunakan VSD berbasis IoT yang ini dilakukan dalam bentuk eksperimen di laboratorium. Perancangan kendali dan monitoring motor induksi berbasis IoT ini pada dasarnya merupakan sistem kendali motor induksi melalui interface, sehingga user dapat dengan mudah untuk mengendalikan sekaligus memonitoring motor induksi saat bekerja. Alat sistem monitoring kecepatan motor induksi yang dibuat dalam penelitian ini ditunjukkan oleh blok diagram pada Gambar 1. Untuk mengontrol dan memonitoring motor induksi dapat dilakukan dengan menggunakan 4 *interface* yakni HMI SIMATIC KTP 700 Comfort, *smartphone* dan 2 PC sebagai web server dan client. Keempat *interface* ini dapat berkomunikasi dengan PLC SIMATIC S7-1200 sebagai otak program sistem, yang juga berkomunikasi dengan driver Sinamic G120 dan motor induksi. Keluaran sistem ini yang dapat juga berkomunikasi timbal balik dengan driver motor.



Gambar 1. Blok diagram *control* dan *monitoring* motor induksi

Motor induksi yang akan kendalikan dan dimonitoring dalam penelitian ini adalah motor induksi 3 phasa 0,75 kW dengan nominal kecepatan 1450 rpm. Prinsip kerja sistem kendali dan monitoring motor induksi berbasis IoT yang diusulkan dalam penelitian ini dijelaskan dalam *flowchart* pada Gambar 2 berikut.



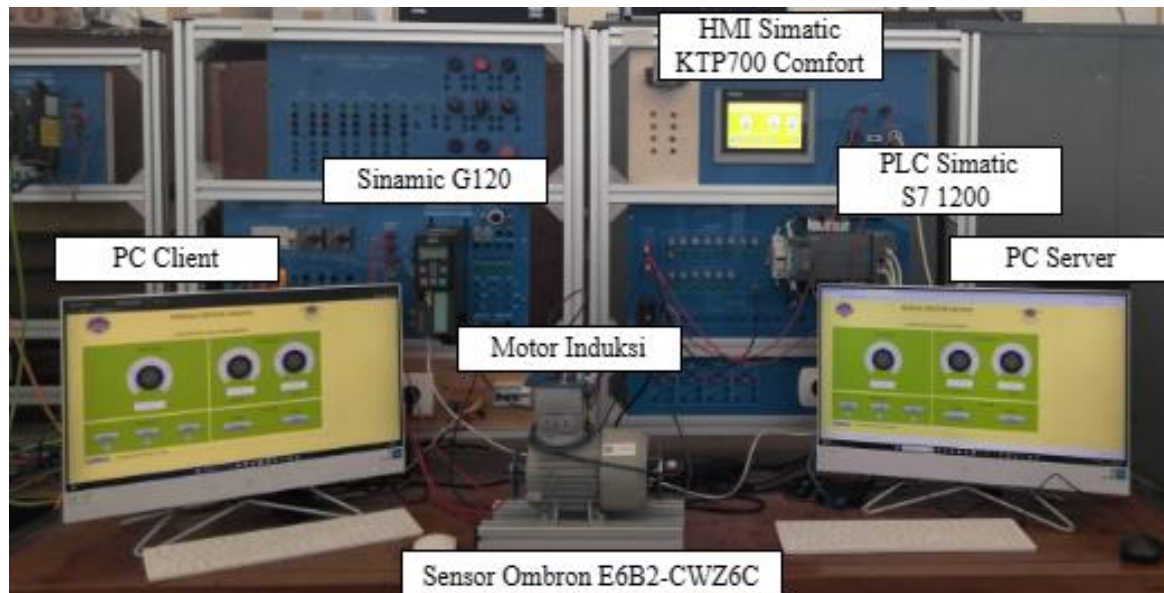
Gambar 2. *Flowchart System*

Gambar 2 menunjukkan bahwa pengoperasian sistem kendali dan monitoring motor berbasis IoT yang dibuat dalam penelitian ini dimulai dengan menekan *push button* START dan STOP yang disediakan di layar *interface*, baik HMI, PC maupun *smartphone*. Sebelum mengendalikan motor induksi *user* harus dapat memasukkan nilai *velocity* atau kecepatan referensi motor. Arah putaran motor induksi dapat dikendalikan dengan menambahkan nilai (+/-) pada *velocity*, dimana *velocity* yang bernilai positif (+) akan berputar searah jarum jam (*Clockwise/CW*), sedangkan yang bernilai *negative* (-) akan berputar berlawanan dengan arah jarum jam (*Counterclockwise/CCW*). VSD akan menggerakkan motor dengan arah putaran dan kecepatan yang sama dengan nilai referensi yang dimasukkan pada *display*. Pada *display* akan muncul kecepatan putaran motor, baik yang didapat dari *rotary encoder* sebagai sensor kecepatan maupun dari VSD. Data kecepatan motor ini dapat ditampilkan dalam bentuk angka dan gauge serta grafik pada setiap *display*.

Encoder yang digunakan untuk mendeteksi kecepatan motor adalah *rotary encoder* Omron dengan 600 pulsa perputaran. Pulsa digital dari encoder ini dijadikan masukan pada pin digital input PLC untuk diolah dan dikonversikan menjadi data rpm pada PLC dengan menggunakan *High Speed Counter* (HCS). Hasil perhitungan kecepatan pada PLC ini kemudian ditampilkan pada *display*, baik *display* HMI, PC maupun *smartphone*.

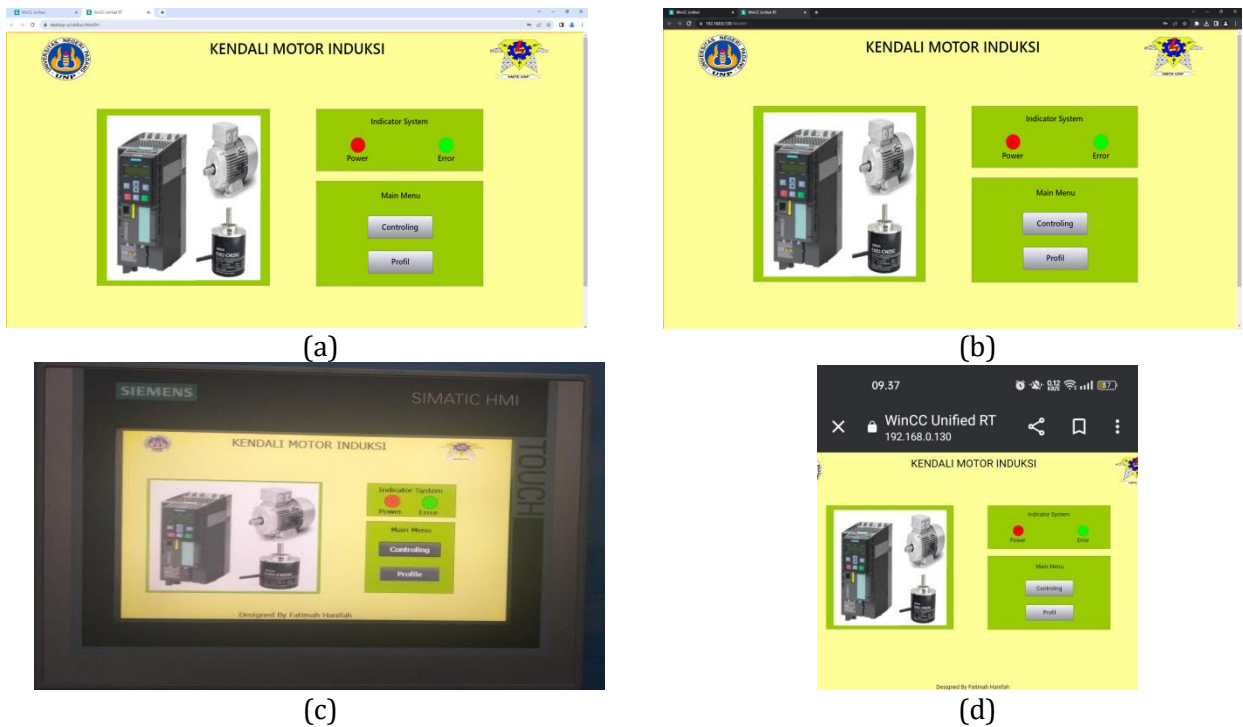
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem kendali dan monitoring kecepatan motor induksi yang dibuat dalam penelitian ini diuji dan diverifikasi melalui *trainer* yang ada di laboratorium. Untuk melihat validitas data kecepatan motor yang ditampilkan di layar HMI, maka data kecepatan motor dalam satuan rpm yang ada di layar HMI dibandingkan dengan data yang ditampilkan pada *PC Server* dan *PC Client*. Gambar 3 menunjukkan instalasi pengujian alat sistem monitoring kecepatan motor induksi yang dibuat dalam penelitian ini.



Gambar 3. Instalasi pengujian alat sistem kendali dan monitoring motor induksi berbasis IoT

Perancangan *interface* yang digunakan sebagai *remote control* motor induksi dirancang menggunakan aplikasi TIA portal. Remote kontrol ini terdiri dari 2 *slide* yaitu *home* dan *controlling* dan *profile*. Pada *slide home* terdapat indikator sistem yakni indikator *power* dan *error* yang berfungsi sebagai indikasi motor, selain itu pada *slide home* juga main menu yakni *controlling* dan *profile* yang apabila ditekan akan mengalihkan *slide home* ke *slide controlling* dan *profile*. Gambar 4 menunjukkan tampilan *slide home* pada HMI, *PC server*, *PC client* dan *smartphone*.



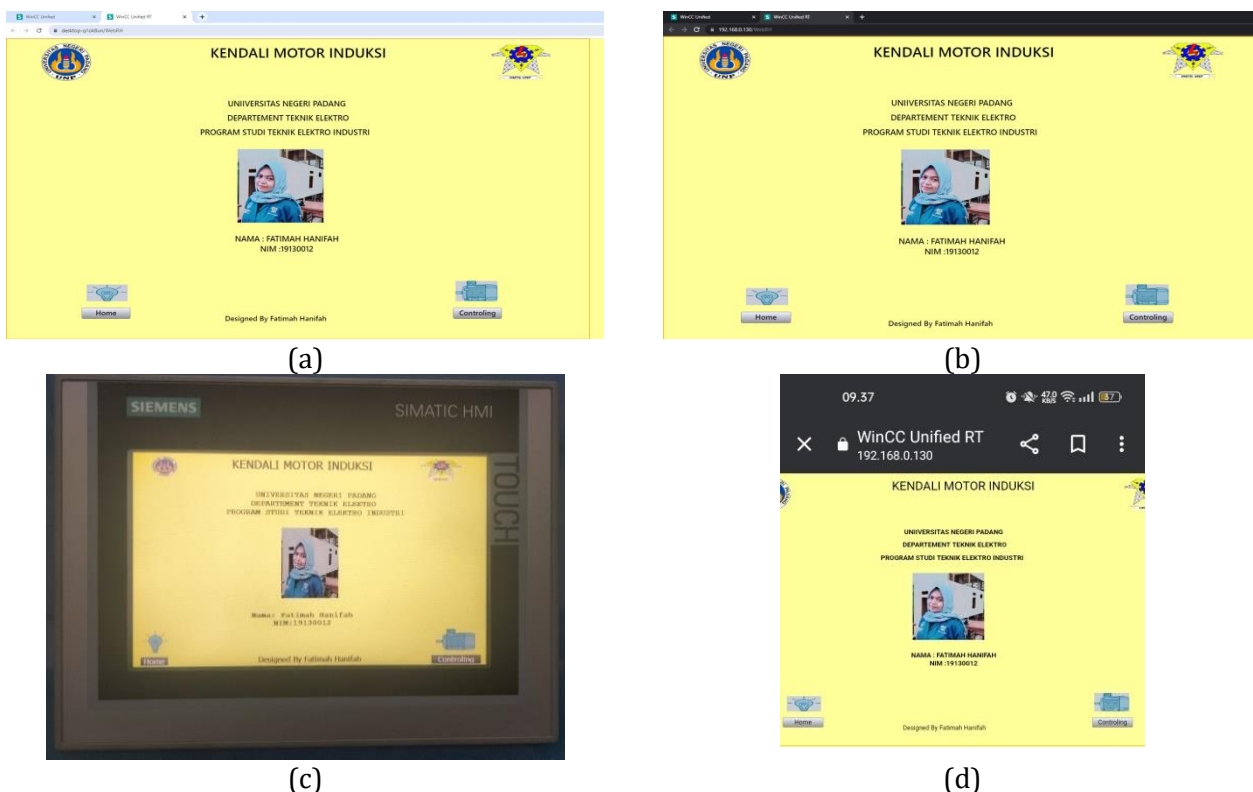
Gambar 4. Display halaman home (a) PC server, (b) PC client, (c) HMI, (d) smartphone

Slide *controlling* dirancang untuk melakukan *control* dan *monitoring system* yakni dengan mengatur kecepatan motor pada fitur motor *setting* dengan cara memasukkan kecepatan dan arah putaran motor yang diinginkan, sehingga kecepatan dan arah putaran motor dapat langsung dimonitoring pada fitur data kecepatan dimana data kecepatan ini menampilkan data yang dibaca oleh sensor ombron E6B2-CWZ6C dan Sinamic G120. Slide *controlling* dapat dilihat pada gambar 5.



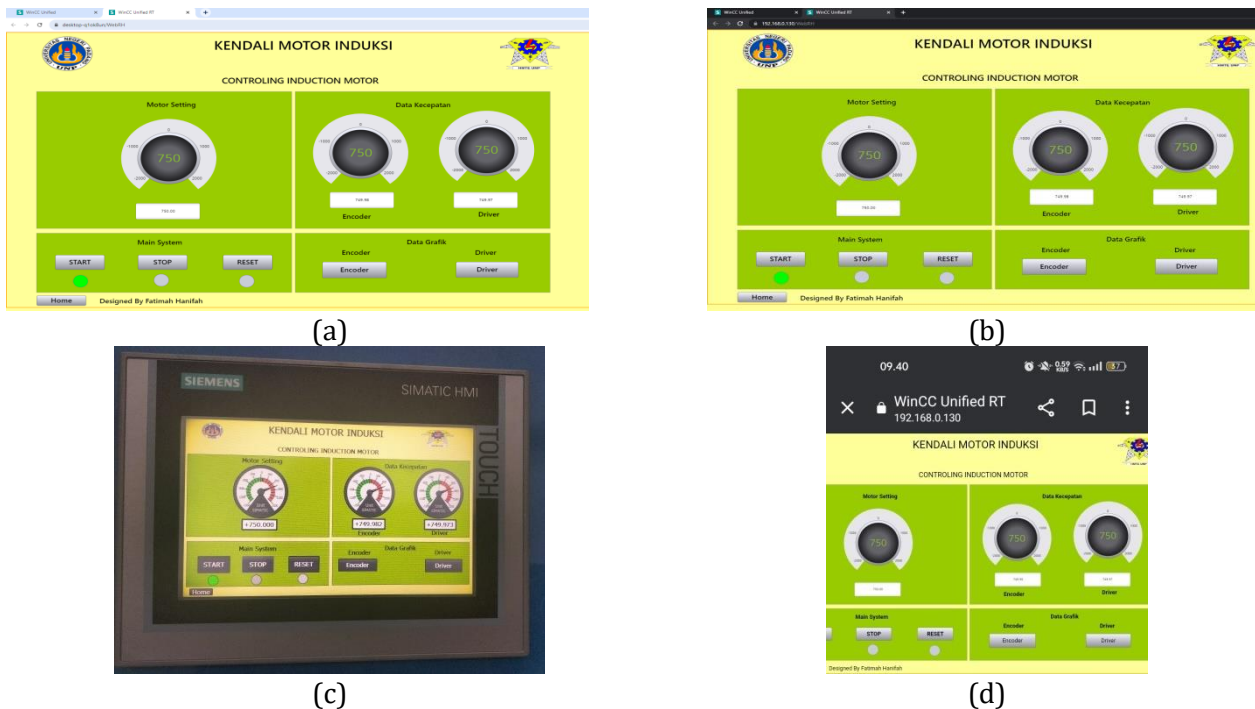
Gambar 5. Slide controlling (a) PC server, (b) PC client, (c) HMI, (d) smartphone

Sedangkan *slide profile* merupakan *slide* yang dirancang untuk menampilkan data profil dari peneliti. Pada slide ini juga terdapat tombol *controlling* dan *home*, apabila tombol *home* ditekan maka *user* akan diarahkan ke halaman *home*, sedangkan jika tombol *controlling* maka *user* akan diarahkan ke halaman *controlling*. Slide profile pada layer HMI, PC server, PC client dan *smartphone* dapat dilihat pada gambar 6. Untuk PC server, *display* kendali dan monitoring motor dapat diakses melalui aplikasi *wincc unified RT*, sedangkan pada *smartphone* dan PC client, *display* kendali dan monitoring motor diakses menggunakan internet melalui web, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 6(b) dan Gambar 6(d).



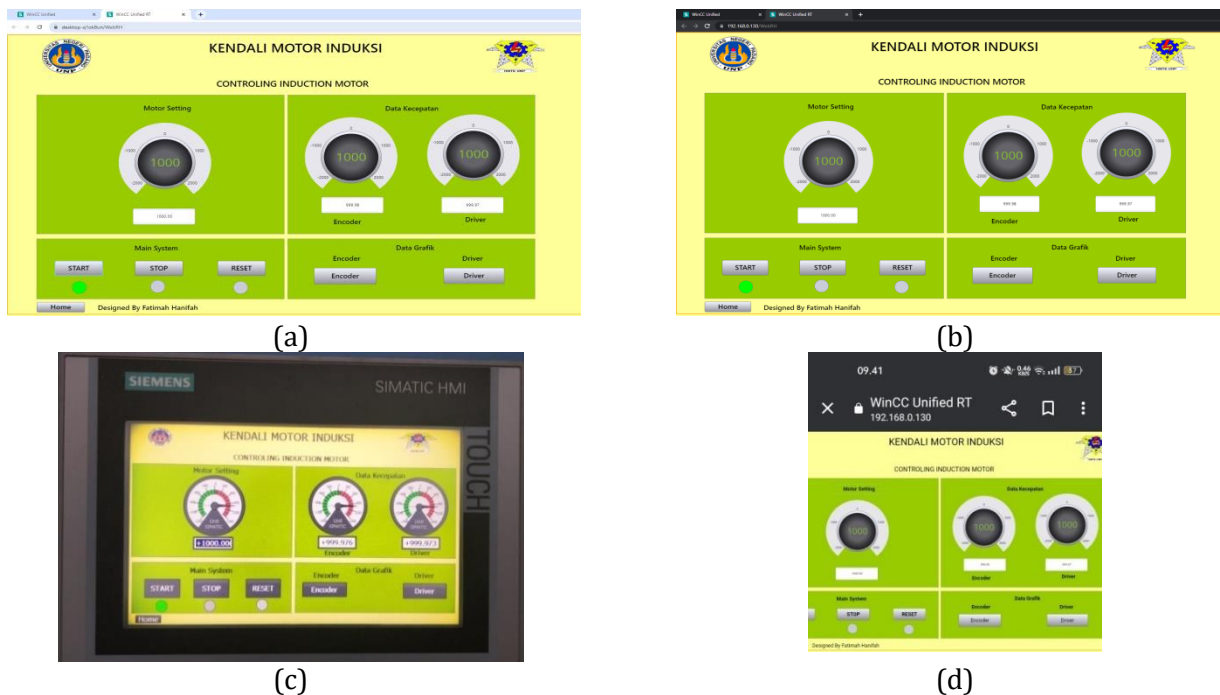
Gambar 6. Slide profile (a) PC server, (b) PC client, (c) HMI, (d) smartphone

Pengujian sistem kendali dan monitoring motor induksi berbasis *Internet of Thing* dilakukan dengan memberikan variasi arah putaran motor yakni searah jarum jam (*Clockwise/CW*) dan berlawanan arah jarum jam (*Counterclockwise/CCW*) dengan kecepatan yang sama yakni 1000 rpm dan 750 rpm. Pada pengujian pertama dilakukan dengan input kecepatan 750 rpm dengan arah putaran searah jarum jam (*Clockwise/CW*) dengan menambahkan tanda + pada nilai input kecepatan motor seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dapat beroperasi sesuai dengan nilai referensi, yakni dengan kecepatan 750 rpm dengan arah putaran *Clockwise/CW*. Hal ini dapat dilihat dari data yang ditampilkan pada *display*, baik *display* HMI, PC server, PC client maupun *display smartphone* seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 7. Pada *display* PC dan *smartphone*, arah putaran motor diindikasikan dengan tanda yang terdapat pada angka kecepatan motor. Dalam pengujian pertama ini, tampilan PC dan *smartphone* menunjukkan angka 750. Hal ini mengindikasikan motor berputar arah CW, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 7(a), 7(b) dan 7(d). Pada tampilan HMI, arah putaran motor diindikasikan oleh posisi penunjuk jarum pada gauge. Dimana untuk putaran CW berada pada zona merah sebelah kanan, sedangkan untuk putaran CCW berada pada hijau sebelah kiri, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 7(c).



Gambar 7. Hasil pengujian pertama (a) Tampilan PC server, (b) Tampilan PC client, (c) Tampilan HMI, (d) Tampilan smartphone

Pengujian kedua dilakukan pada arah putaran yang sama yakni searah jarum jam (*Clockwise/CW*) dengan input kecepatan motor 1000 rpm seperti yang ditunjukkan pada gambar 8. Input kecepatan diatur pada fitur motor setting yakni +1000 rpm, tanda positif menunjukkan arah putaran motor yakni searah jarum jam (*Clockwise/CW*). Monitoring dapat dilakukan melalui HMI, PC server, PC client, maupun melalui *smartphone* dengan syarat terhubung dengan jaringan internet.



Gambar 8. Hasil pengujian kedua (a) Tampilan PC server, (b) Tampilan PC client, (c) Tampilan HMI, (d) Tampilan smartphone

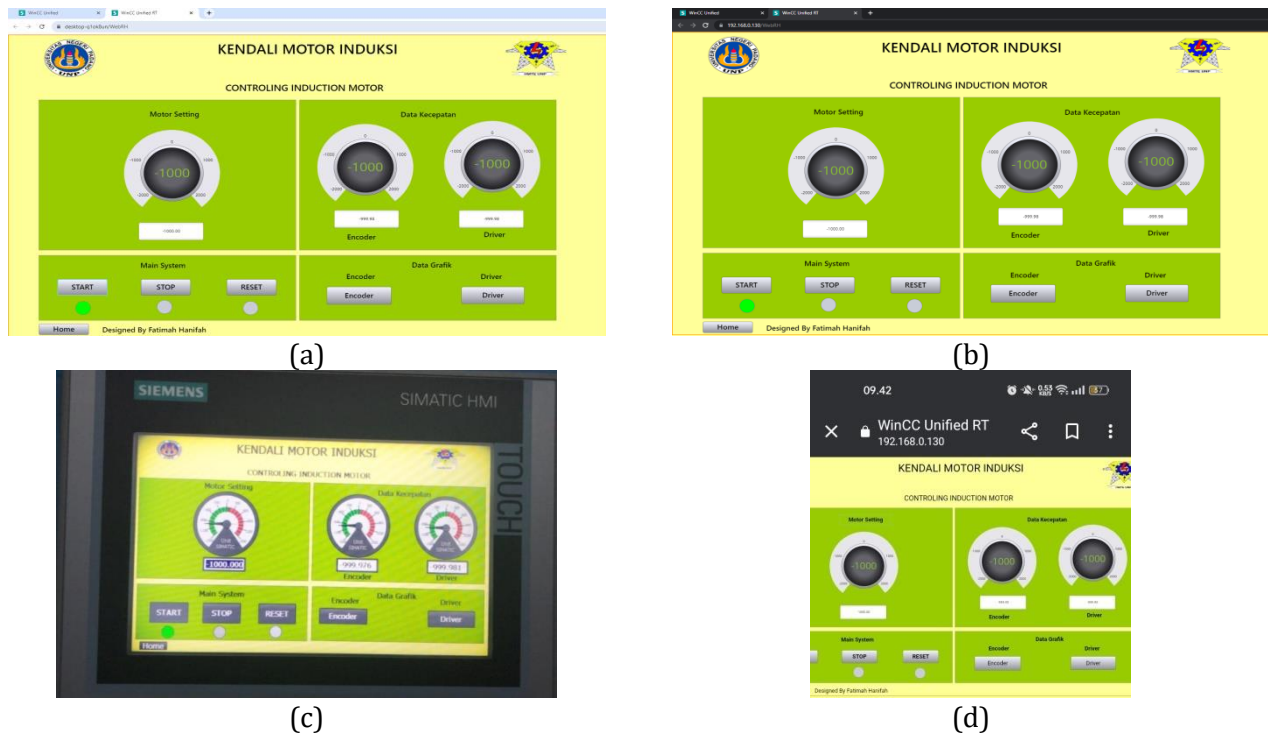
Hasil pengujian dengan arah putaran searah jarum jam (*clockwise/CW*) dengan kecepatan 1000 rpm dapat dilihat bahwa tampilan HMI, PC server, PC client dan *smartphone* dapat menunjukkan hasil yang sama yakni sesuai dengan *input* kecepatan yang diberikan, hal ini membuktikan bahwa pengendalian dan monitoring pada sistem berlangsung secara *real time*. Selanjutnya pengujian ketiga yakni dengan input kecepatan 750 rpm dan arah putaran berlawanan arah jarum jam (*Counterclockwise/CCW*) seperti yang terlihat pada gambar 9. *Input* kecepatan yang diatur pada fitur motor *setting* yakni -750 rpm, tanda *negative* menunjukkan arah putaran motor yaitu berlawanan arah jarum jam (*Counterclockwise/CCW*).



Gambar 9. Hasil pengujian ketiga (a) Tampilan PC Server, (b) Tampilan PC Client, (c) Tampilan HMI, (d) Tampilan smartphone

Hasil pengujian ketiga pada Gambar 9 menunjukkan bahwa motor dapat beroperasi sesuai dengan nilai referensi, yakni -750 rpm dengan arah putaran CCW. Hasil ini menunjukkan bahwa rancangan system kendali dan monitoring kecepatan motor induksi tiga fasa menggunakan VSD berbasis IoT yang dibuat dalam penelitian ini telah sukses mengendalikan kecepatan dan arah putaran motor sesuai dengan nilai referensinya. Desain monitoring yang dibuat multi *display* dengan menggunakan PC server, PC client, *smartphone* dan HMI juga telah sukses menampilkan data kecepatan motor secara *real time*.

Pengujian terakhir dilakukan dengan input kecepatan 1000 rpm dan arah putaran berlawanan arah jarum jam (*Counterclockwise/CCW*). *Setting* kecepatan pada fitur motor *setting* dilakukan dengan menambahkan tanda *negative* ini dilakukan untuk menentukan arah putaran motor induksi sehingga pada motor *setting input* kecepatannya menjadi -1000 rpm. Gambar 10 menunjukkan tampilan PC server, PC client, *smartphone* dan HMI untuk pengujian keempat ini.



Gambar 10. Hasil pengujian keempat (a) Tampilan PC Server, (b) Tampilan PC Client, (c) Tampilan HMI, (d) Tampilan *smartphone*

Pada gambar 10 dapat dilihat bahwa hasil pengujian kecepatan motor dengan arah putaran berlawanan arah jarum jam (*Counter Clock Wise/CCW*) menunjukkan hasil yang sama baik pada tampilan HMI, PC server, PC *client* yakni -1000 rpm. Hal ini menunjukan bahwa tampilan yang HMI, PC server dan PC client dapat melakukan monitoring dan *control* secara *real time*. Keempat *interface* menunjukkan kecepatan yang dibaca oleh encoder OMRON E6B2-CWZ67 sebagai pembaca kecepatan motor induksi 3 fasa yang telah dikonversikan ke dalam satuan rpm, serta menampilkan kecepatan yang dibaca oleh Driver Sinamic G120.

KESIMPULAN

Sistem kendali dan monitoring motor induksi menggunakan VSD berbasis IoT yang diusulkan dalam penelitian ini menggunakan PLC S7 1200 sebagai prosesor utama dengan driver motor menggunakan Sinamic G120. Sistem kendali dan monitoring dibuat dalam bentuk multi *display* dengan menggunakan HMI, *smartphone* dan PC yang dikoneksikan dengan menggunakan internet. Sistem kendali dan monitoring ini diimplementasikan pada motor induksi tiga fasa 0,75 kW. Parameter yang dikendalikan dan dimonitoring adalah arah dan kecepatan motor tersebut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa system kendali dan monitoring kecepatan motor induksi menggunakan VSD berbasis IoT yang dibuat dalam penelitian ini telah sukses mengendalikan kecepatan dan arah putaran motor sesuai dengan nilai set poinnya. Sistem monitoring yang dibuat dengan multi *display* juga telah sukses menampilkan data kecepatan dan arah putaran secara *real time* baik pada HMI, PC server, PC *client* dan *smartphone*.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. I. Esario and M. Yuhendri, "Kendali Kecepatan Motor DC Menggunakan DC Chopper Satu Kuadran Berbasis Kontroller PI," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 1, p. 296, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i1.108005.

[2] A. B. Kaule and M. R. Bachawad, "IoT Based Monitoring and Speed Control of an Induction Motor," vol. 10,

- no. 11, pp. 6–10, 2020, doi: 10.9790/9622-1011030610.
- [3] E. Rusdi, "Monitoring Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Software Labview berbasis Webservice," *Tek. Elektro ITP*, vol. 2, no. 1, pp. 1–17, 2013.
- [4] K. R. S. Suda, E. Purwanto, B. Sumantri, A. A. Muntashir, and R. O. Y. Hendra, "Pemodelan Sistem Kendali Motor Induksi Tiga Fasa menggunakan Pengendali Neuro-Fuzzy Melalui Metode Direct Torque Control," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 10, no. 4, p. 888, 2022, doi: 10.26760/elkomika.v10i4.888.
- [5] D. H. Prastiko and A. Supardi, "Pengendali dan Monitoring Kecepatan Putar Motor Induksi 3 Fasa Berbasis Programmable Logic Controller dan Expansion dengan Human Machine Interface," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 2, pp. 168–176, 2022, doi: 10.23917/emitor.v22i2.19110.
- [6] I. Rifaldo and M. Yuhendri, "Sistem Monitoring Kecepatan Motor Induksi dengan HMI Berbasis PLC," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 3, no. 2, pp. 319–325, 2022.
- [7] Atmam, A. Tanjung, and Zufahri, "Analisis Penggunaan Energi Listrik Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Variable Speed Drive (VSD)," *SainETIn*, vol. 2, no. 2, pp. 52–59, 2018, doi: 10.31849/sainetin.v2i2.1218.
- [8] M. A. Luthfi, "Pengaturan Kecepatan Motor Tiga Fasa Dengan Arah Putar Reverse Menggunakan Variabel Speed Drive (VSD)," *Indones. J. Electr. Eng. Renew. Energy*, vol. 2, no. 2, pp. 64–69, 2022, doi: 10.57152/ijeere.v2i2.394.
- [9] S. Nuari, Atmam, and E. Zondra, "Analisis Starting Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Programmable Logic Controller (PLC)," *SainETIn*, vol. 2, no. 2, pp. 60–67, 2018, doi: 10.31849/sainetin.v2i2.2019.
- [10] R. Fadli and M. Yuhendri, "Pengembangan Jobsheet Trainer Motor Listrik di Sekolah Menengah Kejuruan," *JPTE J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 01, no. 01, pp. 38–42, 2020.
- [11] Ilham, "Kendali Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Lqr (Linear Quadratic Regulator)," *Inspir. J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 3, no. 1, pp. 61–68, 2013.
- [12] G. M. Sung, Y. S. Shen, L. T. Keno, and C. P. Yu, "Internet-of-Things Based Controller of a Three-Phase Induction Motor Using a Variable-Frequency Driver," *2019 IEEE Eurasia Conf. IOT, Commun. Eng. ECICE 2019*, pp. 156–159, 2019, doi: 10.1109/ECICE47484.2019.8942676.
- [13] K. S. Rekha and D. S. Ravi, "Induction Motor Condition Monitoring and Controlling Based on IoT," *Int. J. Electron. Electr. Comput. Syst.*, vol. 6, no. 9, pp. 75–81, 2017, [Online]. Available: <http://academicscience.co.in/admin/resources/project/paper/f201709021504357863.pdf>
- [14] R. Jannah and M. Yuhendri, "Pembuatan Jobsheet Kendali Motor Induksi menggunakan Human Machine Interface," *J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 184–191, 2022.
- [15] H. R. Iskandar, E. Juniarto, and N. Heryana, "Sistem Monitoring Cerdas pada Motor Induksi 3 Fasa Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel dan Aplikasi Blynk Server," *J. Tek. Media Pengemb. Ilmu dan Apl. Tek.*, vol. 17, no. 2, p. 94, 2018, doi: 10.26874/jt.vol17no2.82.
- [16] S. Madakam, R. Ramaswamy, and S. Tripathi, "Internet of Things (IoT): A Literature Review," *J. Comput. Commun.*, vol. 03, no. 05, pp. 164–173, 2015, doi: 10.4236/jcc.2015.35021.
- [17] P. M. Akotkar, V. S. Karale, and D. A. U. Jawadekar, "Condition Monitoring Of Three Phase Induction Motor Based on IOT," *Int. J. Electr. Eng. Ethics*, vol. 3, no. 4, pp. 1–7, 2020.
- [18] V. Pradeepkumar, B. Indhumathi, P. Poorani, M. Nirmala, and L. Anbarasu, "IOT Based Sensorless Speed Control of Induction Motor," pp. 10–14, 2019.
- [19] A. Supardi, U. Umar, I. Setiyoko, and M. Saifurrohman, "Rancang Bangun Sistem Kendali Dan Monitoring Kecepatan Motor Induksi Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Dilengkapi Layar Sentuh," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 1, pp. 65–72, 2022, doi: 10.23917/emitor.v22i1.15784.
- [20] D. Tanojo, "Kontrol Modular Production System Berbasis PLC Siemens S7-300 Dengan Menggunakan HMI Touch Panel Damaris Tanojo," *Calyptra J. Ilm. Mhs. Univ. Surabaya*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2015.