

**PROSIDING SEMINAR INOVASI TEKNOLOGI DAN INDUSTRI**  
Purwakarta, 26 Januari 2022



**Menyelaraskan Riset Dosen Vokasi  
dengan Kebutuhan Industri**

## **TIM REVIEWER**

### **Reviewer:**

Fatkur Rachmanu, S.T., M.T., SINTA ID: 6169910

Adolf Asih Supriyanto, S.T., M.T., SINTA ID: 6151010

Dani Usman, S.Pd., M.T., SINTA ID: 6757155

Heti Mulyani, S.T., M.Kom., SINTA ID: 6664733

### **Editor :**

Muhammad Nugraha, M.Eng.

Syafrizal, S.T., M.T

### **Desain Cover :**

Deni Kurnia, S.Pd., M.T.

## Kata Pengantar

Prosiding Seminar Inovasi Teknologi dan Industri ini merupakan hasil keluaran dari kegiatan Seminar Inovasi Teknologi dan Industri yang diselenggarakan oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM), Politeknik Enjinering Indorama (PEI), Purwakarta. Seminar ini dilaksanakan pada hari Rabu, tanggal 26 Januari 2022 di PEI dengan tema “Menyelaraskan Riset Dosen Vokasi dengan Kebutuhan Industri”.

Penyelenggaraan seminar tersebut dimaksudkan untuk menjaring hasil-hasil pemikiran dari peneliti maupun dosen baik dari PEI maupun dari perguruan tinggi lainnya dalam rangka sumbangsih ide, gagasan, dan temuan ilmiah yang dapat mendukung program pembangunan nasional melalui penelitian dan pengabdian masyarakat yang maju dan berkelanjutan.

Kegiatan Seminar Inovasi Teknologi dan Industri sendiri telah mengumpulkan 14 karya ilmiah dengan berbagai subtema dalam lingkup kajian Teknik Elektro, Mesin, dan Informatika. Karya ilmiah yang berhasil terkumpul, telah mejalani proses review oleh sejumlah reviewer. Review ini dimaksudkan untuk menjamin objektivitas dan profesionalisme dalam proses seleksi karya ilmiah yang akan dipresentasikan pada kegiatan seminar. Karya ilmuah yang lolos seleksi kemudian disunting oleh tim redaksi dalam rangka pembetulan ejaan dan template prosiding (tanpa mengubah, menambah, ataupun mengurangi substansi isi Naskah) untuk diterbitkan.

Atas terlaksananya kegiatan Seminar Inovasi Teknologi dan Industri dan terbitnya prosiding ini, tim Seminar Inovasi Teknologi dan Industri mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada para narasumber, pemakalah, peserta, reviewer, panitia, dan pihak-pihak lain yang telah membantu.

Akhir kata, semoga prosiding Seminar Inovasi Teknologi dan Industri ini dapat menjadi inspirasi bagi peneliti maupun dosen PEI dikemudian hari.

Purwakarta, 26 Januari 2022

Ketua Pelaksana  
Seminar Inovasi Teknologi dan Industri

## DAFTAR ISI

<b>TIM REVIEWER</b>	i
<b>KATA PENGANTAR</b>	ii
<b>DAFTAR ISI</b>	iii – iv
<b>A. ABSTRAK</b>	1
<i>Rancang Bangun Magic Com Plus Berbasis Termoelektrik Generator Lukman Nulhakim, Agung Turmudi, Yoga Nugraha, Farhan Nur Ahmad Fauzy</i>	2
<i>Modifikasi Komponen Angkat Dies Mesin Cetak Paving Block dengan Kombinasi Satu Silinder dan Lever Mokhamad Is Subekti, Iwan Lesmana</i>	3
<i>Aplikasi Verifikasi Peserta Ujian Dengan Scanning QR-Code (Studi Kasus: STMIK Bandung Bali) Ricak Agus Setiawan, Ni Nyoman Emang Smrti, Amin Budi Utomo</i>	4
<i>Implementasi Free Open Source Enterprise Resource Planning (ERP) Odoo Studi Kasus PMB STMIK Bandung Linda Apriyanti, Ade Winarni</i>	5
<i>Perancangan Sistem Informasi Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika Halimil Fathi, M.Kom</i>	6
<i>Networking Data Kelistrikan Untuk Audit Energi Kelistrikan Workshop Teknologi Listrik Dani Usman, Sarosa Castrena Abadi, Yuda Muhammad Hamdani</i>	7
<i>Implementasi Variable Speed Drive (Vsd) Sebagai Pengendali Kecepatan Motor Industri 3 Fasa Pada Industri Tekstil Emmanuel Agung Nugroho, Riqqi Rizalludin, Janizal</i>	8
<i>Implementasi Arduino untuk Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Air pada Proses Penetasan Telur Ikan Deni Kurnia, Slamet Riyadi, Iswanti Kartina</i>	9
<i>Implementasi Algoritma FFT pada Sistem Kontrol dan Monitoring Motor Induksi Berbasis Mobile Phone Afzeri, Deni Kurnia, M. Nur Hakim, Indriani Siti Nurmalia</i>	10
<b>B. ARTIKEL LENGKAP</b>	11
<i>Rancang Bangun Magic Com Plus Berbasis Termoelektrik Generator Lukman Nulhakim, Agung Turmudi, Yoga Nugraha, Farhan Nur Ahmad Fauzy</i>	12 – 16

---

<i>Modifikasi Komponen Angkat Dies Mesin Cetak Paving Block dengan Kombinasi Satu Silinder dan Lever</i> <i>Mokhamad Is Subekti, Iwan Lesmana</i>	17 – 24
<i>Aplikasi Verifikasi Peserta Ujian Dengan Scanning QR-Code (Studi Kasus: STMIK Bandung Bali)</i> <i>Ricak Agus Setiawan, Ni Nyoman Emang Smrti, Amin Budi Utomo</i>	25 – 36
<i>Implementasi Free Open Source Enterprise Resource Planning (ERP) Odoo Studi Kasus PMB STMIK Bandung</i> <i>Linda Apriyanti, Ade Winarni</i>	37 – 44
<i>Perancangan Sistem Informasi Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika</i> <i>Halimil Fathi, M.Kom</i>	45 – 62
<i>Networking Data Kelistrikan Untuk Audit Energi Kelistrikan Workshop Teknologi Listrik</i> <i>Dani Usman, Sarosa Castrena Abadi, Yuda Muhammad Hamdani</i>	63 – 70
<i>Implementasi Variable Speed Drive (Vsd) Sebagai Pengendali Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Pada Industri Tekstil</i> <i>Emmanuel Agung Nugroho, Riqqi Rizalludin, Janizal</i>	71 – 80
<i>Implementasi Arduino untuk Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Air pada Proses Penetasan Telur Ikan</i> <i>Deni Kurnia, Slamet Riyadi, Iswanti Kartina</i>	81 – 86
<i>Implementasi Algoritma FFT pada Sistem Kontrol dan Monitoring Motor Induksi Berbasis Mobile Phone</i> <i>Afzeri, Deni Kurnia, M. Nur Hakim, Indriani Siti Nurmalia</i>	87 – 93

## **A. ABSTRAK**

## Rancang Bangun Magic Com Plus Berbasis Termoelektrik Generator

**Lukman Nulhakim, Agung Turmudi, Yoga Nugraha, Farhan Nur Ahmad Fauzy**

Program Studi Teknologi Mesin, Politeknik Enjinering Indorama

e-mail: lukman.nulhakim@pei.ac.id

### **Abstrak**

Termoelektrik generator yang terdiri dari beberapa material semikonduktor tipe-p dan tipe-n yang tersusun secara seri dikemas dengan menggunakan keramik sebagai dindingnya. Termoelektrik generator ini merupakan salah satu perangkat konversi energi mengubah energi panas menjadi energi listrik. Termoelektrik generator yang digunakan model SP 1848 27145 SA dirakit pada 2 heatsink dengan model extrude. Pengujian dilakukan selama 3250 detik, temperatur panas menggunakan panas buang yang dihasilkan oleh Magic Com, sedangkan untuk temperatur dingin menggunakan udara bebas. Tegangan dan daya yang dihasilkan terbesar yaitu 531 mV dan 28,196 mW pada temperatur sisi panas 45 °C dan temperatur sisi dingin sebesar 39,1 °C dengan waktu 2200 detik.

**Kata kunci:** termoelektrik, temperatur, semikonduktor, heatsink, keramik

### **Abstract**

A thermoelectric generator consisting of several p-type and n-type semiconductor materials arranged in series is packaged using ceramic as the wall. This thermoelectric generator is an energy conversion device that converts heat energy into electrical energy. The thermoelectric generator used model SP 1848 27145 SA is assembled on 2 heatsinks with an extrude model. The test was carried out for 60 minutes, for hot temperatures using the exhaust heat generated by Magic Com, while for cold temperatures using free air. The largest voltage and power generated are 531 mV and 28,196 mW at the hot side temperature of 45 °C and the cold side temperature of 39.1 °C with a time of 510 minutes.

**Keywords:** thermoelectric, temperature, semiconductor, heatsink, ceramic

Abstrak dikirim 15 November 2021; Diterima 13 Desember 2021

## Modifikasi Komponen Angkat Dies Mesin Cetak Paving Block dengan Kombinasi Satu Silinder dan Lever

<sup>1</sup>Mokhamad Is Subekti, <sup>2</sup>Iwan Lesmana

Program Studi Teknologi Mesin, Politeknik Enjinering Indorama  
e-mail: <sup>1</sup>subekti.mokhamad@pei.ac.id; <sup>2</sup>iwanlesmana@pei.ac.id

### Abstrak

*Mesin paving blok eksisting yang ada di workshop Teknik mesin belum memenuhi empat syarat mutu paving blok yang ditetapkan SNI 03 - 0691 – 1996[1]. Dari analisa mekanisme gerakan terdapat masalah saat langkah mengangkat dies, sehingga produk tidak rata, cacat bentuk dan ukuran, hal ini yang akan diperbaiki dengan modifikasi pengangkat cetakan menggunakan satu silinder dan tuas angkat (lever) dimana silinder memutar tuas angkat yang dihubungkan ke dies. Hasil yang didapat dari modifikasi ini dua syarat mutu SNI terpenuhi yaitu: sifat tampak dan ukuran. Sifat tampak : produk rata dan tidak ada retakan sedangkan ukuran penyimpangan maksimal 6,8 % masih di bawah toleransi yang ditetapkan SNI 8 %. Untuk kuat tekan maksimum sebesar 3,05 MPa dihasilkan dari sampel produk A dengan perbandingan semen:pasir =1:1 dengan densitas 1651 kg/m<sup>3</sup> dan faktor kompresi 0,89 masih belum memenuhi syarat fisika SNI dengan kuat tekan minimum 8,5 MPa.*

**Kata kunci:** paving blok, syarat mutu, SNI 03 - 0691 – 1996, modifikasi

### Abstract

*The existing paving block machines in the Mechanical Engineering workshop have not met the four quality requirements of paving blocks set by SNI 03 - 0691 - 1996. From the analysis of the movement mechanism there are problems when lifting the dies, so that the product is uneven, deformed in shape and size, this is what will be improved by a modified mold lift using a cylinder and a lever where the cylinder rotates a lift lever connected to the dies. The results obtained from this modification are that two SNI quality requirements are met, namely: appearance properties and size. Appearance properties: flat product and no cracks while the maximum deviation size of 6.8% is still below the tolerance set by SNI 8%. For the maximum compressive strength of 3.05 MPa produced from product A sample with a ratio of cement: sand = 1:1 with a density of 1651 kg/m<sup>3</sup> and a compression factor of 0.89 still does not meet the physical requirements of SNI with a minimum compressive strength of 8.5 MPa.*

**Keywords:** paving block, quality requirements, SNI 03 - 0691 – 1996, modification

Abstrak dikirim 18 November 2021; Diterima 17 Desember 2021

## Aplikasi Verifikasi Peserta Ujian Dengan Scanning QR-Code (Studi Kasus: STMIK Bandung Bali)

<sup>1</sup>Ricak Agus Setiawan, <sup>2</sup>Ni Nyoman Emang Smrti, <sup>3</sup>Amin Budi Utomo

<sup>1</sup>Prodi TRPL, Politeknik Enjinering Indorama

<sup>2,3</sup>STMIK Bandung Bali

<sup>1</sup>e-mail: ricak@pei.ac.id, <sup>2</sup>e-mail: smrti@yacanet.com, <sup>3</sup>e-mail: aminbudi1718@gmail.com

### Abstrak

Kegiatan ujian semester merupakan kegiatan akademik yang secara rutin dilakukan oleh STMIK Bandung Bali, namun dalam proses administrasi ujian yang menjadi syarat mahasiswa untuk mengikuti ujian masih bersifat manual sehingga panitia ujian harus menerbitkan kartu peserta ujian. Proses memeriksa peserta ujian yang lulus persyaratan administrasi dirasa kurang efektif dan efisien. Dalam pencatatan daftar hadir peserta ujian yang bersifat manual yang mengakibatkan membuka peluang terjadinya kecurangan peserta saat memasuki ruang ujian. QR-Code yang dapat dibentuk (generate), dipindai (scann), dapat berfungsi untuk menyimpan informasi dalam bentuk lain. Oleh karena itu Melalui scanning QR Code memudahkan proses verifikasi peserta ujian yang telah memenuhi syarat untuk mengikuti ujian. Selain itu QR code yang dibuat (Generate) oleh peserta pada saat sebelum mengikuti ujian akan mengurangi peluang terjadinya kecurangan yang dilakukan oleh peserta.

**Kata Kunci :** Ujian, Verifikasi, Scanning, QRCode

### Abstract

Exam activities are academic activities that are routinely carried out by STMIK Bandung Bali, but in the process of administering the exam, which is a requirement for students to take the exam, it is still manual so that the exam committee must issue an exam participant card. The process of examining examinees who passed the administrative requirements was deemed less effective and efficient. In recording the attendance list of examinees which is manual which results in opening up opportunities for participants to cheat when entering the exam room. QR-Code that can be generated (generated), scanned (scanned), can serve to store information in other forms. Therefore, through scanning the QR Code, it is easy to verify the examinees who have met the requirements to take the exam. In addition, the QR code generated (Generate) by participants before taking the exam will reduce the chances of cheating by participants.

**Keyword :** Exam, Verification, Scanning, QR Code

Abstrak dikirim 10 November 2021; Diterima 9 Desember 2021

## Implementasi Free Open Source Enterprise Resource Planning (ERP) Odoo Studi Kasus PMB STMIK Bandung

<sup>1</sup>Linda Apriyanti, <sup>2</sup>Ade Winarni

<sup>1</sup>STMIK Bandung, <sup>2</sup>Prodi TRPL, Politeknik Enjinering Indorama

<sup>1</sup> linda26linda04@gmail.com, <sup>2</sup> ade.winarni@pei.ac.id,

### Abstrak

*STMIK Bandung adalah perguruan tinggi yang setiap tahun melakukan proses penerimaan mahasiswa baru (PMB) di mana prosesnya di bantu oleh Front Office yang harus mampu menghendak banyaknya pendaftar dengan serangkaian kegiatan sampai dinyatakan lulus/ diterima sebagai mahasiswa, sehingga dalam prosesnya membutuhkan aplikasi yang dapat membantu proses PMB. Implementasi sistem ERP dilakukan untuk menunjang kegiatan PMB modul yang digunakan adalah customer relationship management (CRM) dan modul Acara untuk publikasi kegiatan, tahap di mulai dari penentuan permasalahan dan tujuan sampai dengan uji coba aplikasi. Dengan adanya sistem ERP Odoo ini, di harapkan PMB STMIK Bandung dapat meningkatkan efisiensi dalam hal pencatatan, analisa dan pelaporan penerimaan mahasiswa baru.*

**Kata Kunci :** ERP, CRM,Odoo,PMB,STMIKBandung

### Abstract

*STMIK Bandung is a university that annually conducts a new student admission process (PMB) where the process is assisted by the Front Office which must be able to handle the number of applicants with a series of activities until it is declared passed / accepted as a student, so in the process it requires an application that can assist the process. PMB. The implementation of the ERP system is carried out to support PMB activities. The modules used are customer relationship management (CRM) and the Events module for publication of activities, the stages starting from determining problems and objectives to application testing. With the Odoo ERP system, it is hoped that PMB STMIK Bandung can improve efficiency in terms of recording, analyzing and reporting new student admissions.*

**Keyword :** ERP, CRM,Odoo,PMB,STMIKBandung

Abstrak dikirim 10 November 2021; Diterima 9 Desember 2021

## Perancangan Sistem Informasi Penjadwalan Matakuliah Menggunakan Algoritma Genetika

Halimil Fathi, M.Kom  
Prodi TRPL, Politeknik Enjinering Indorama  
halimil.fathi@pei.ac.id

### Abstrak

Algoritma Genetika merupakan suatu algoritma pencarian yang bertujuan dalam mencari solusi pada suatu masalah yang meniru mekanisme genetika alam yaitu menemukan susunan gen yang terbaik dalam mahluk hidup. Pada permasalahan yang terjadi yaitu sulitnya menentukan penjadwalan matakuliah yang tepat sesuai dengan kesiapan waktu dosen dalam mengajar, selain itu proses pembuatannya masih manual sehingga sulitnya mengelola data penjadwalan kuliah. maka dibuat analisis dan perancangan Sistem informasi penjadwalan perkuliahan dengan Algoritma Genetika dalam proses penentuan jadwal perkuliahan. pada bidang akademik serta memudahkan staff akademik, dosen dan mahasiswa dalam mengakses penjadwalan matakuliah. proses tahapan algoritma genetic diantaranya mencari Fungsi Fitness, Proses seleksi, proses crossover dan proses mutasi. Output dari perancangan sistem penjadwalan matakuliah ini merupakan lapisan dari kromosom yang terdiri dari matakuliah, waktu kuliah, dosen dan ruang kuliah yang berbeda satu sama lainnya sehingga penjadwalan matakuliah jadi lebih efektif.

**Kata Kunci:** Perancangan Penjadwalan Matakuliah, Algoritma Genetik

### Abstract

Genetic Algorithm is a search algorithm that aims to find a solution to a problem that imitates natural genetic mechanisms, namely finding the best gene arrangement in living things. The problem that occurs is that it is difficult to determine the appropriate course scheduling in accordance with the readiness of the lecturer's time in teaching, besides that the manufacturing process is still manual so that it is difficult to manage lecture scheduling data. then made an analysis and design of a lecture scheduling information system with Genetic Algorithm in the process of determining the lecture schedule. in the academic field and make it easier for academic staff, lecturers and students to access course scheduling. The process of genetic algorithm stages include finding the fitness function, selection process, crossover process and mutation process. The output of the design of this course scheduling system is a layer of chromosomes consisting of different courses, lecture times, lecturers and lecture rooms so that the course scheduling becomes more effective.

**Keyword:** Class Scheduling Design, Genetic Algorithm

Abstrak dikirim 15 November 2021; Diterima 13 Desember 2021

## Networking Data Kelistrikan Untuk Audit Energi Kelistrikan Workshop Teknologi Listrik

**Dani Usman, Sarosa Castrena Abadi, Yuda Muhammad Hamdani**  
Prodi Teknologi Listrik, Politeknik Enjinering Indorama  
e-mail: dani.usman@pei.ac.id

### Abstrak

Sistem SCADA untuk audit energi kelistrikan di workshop Teknologi Listrik terdiri dari RTU dan MTU. Di dalam RTU yang dibentuk dari sensor arus PZEM-04T dan NodeMCU 8622, terjadi proses komunikasi menggunakan Modbus RTU dan Modbus TCP/IP. Kualitas transfer data pada RTU dan antara RTU dengan MTU akan sangat mempengaruhi kualitas traffic data dalam sistem SCADA. Kualitas transfer data di RTU dimonitoring melalui serial monitor aplikasi IDE Arduino. Kualitas traffic data antar RTU dan MCU dipantau melalui proses QoS yaitu pengukuran Troughput, Packet Loss dan Delay dengan menggunakan aplikasi wireshark. Hasil pengujian didapatkan data bahwa komunikasi antara PZEM-04T dan NodeMCU terhubung dengan baik. Proses QoS komunikasi data RTU dengan MTU didapatkan data RTU line 3 menunjukkan hasil yang paling tinggi yaitu 742 Kb/s dan memberikan delay masih lebih dari 16 ms. Hal ini menunjukkan bahwa sistem SCADA yang dibangun masih belum dapat digunakan untuk automasi tipe protection tetapi sudah sangat handal jika digunakan untuk automasi tipe *real time monitoring*.

**Kata kunci:** SCADA, Modbus TCP/IP, PZEM-04T, Wireshark, QoS.

### Abstract

The SCADA system for auditing electrical energy at the Electrical Technology workshop consists of RTU and MTU. Inside the RTU which is formed from the PZEM-04T current sensor and NodeMCU 8622, the communication process occurs using Modbus RTU and Modbus TCP/IP. The quality of data transfer on the RTU and between the RTU and MTU will greatly affect the quality of data traffic in the SCADA system. The quality of data transfer in the RTU is monitored through the serial monitor of the Arduino IDE application. The quality of data traffic between RTU and MCU is monitored through a QoS process, namely throughput, Packet Loss and Delay measurements using the Wireshark application. The test results show that the communication between PZEM-04T and NodeMCU is well connected. The QoS process of RTU data communication with MTU data obtained from RTU line 3 shows the highest result, which is 742 Kb/s and gives a delay of more than 16 ms. This shows that the SCADA system that was built still cannot be used for protection type automation but is already very reliable if used for real time monitoring type automation.

**Keywords:** SCADA, Modbus TCP/IP, PZEM-04T, Wireshark, QoS.

Abstrak dikirim 25 November 2021; Diterima 23 Desember 2021

## Implementasi Variable Speed Drive (Vsd) Sebagai Pengendali Kecepatan Motor Indusksi 3 Fasa Pada Industri Tekstil

**Emmanuel Agung Nugroho, Riqqi Rizalludin, Janizal**  
Program Mekatronika, Politeknik Enjinering Indorama  
e-mail: emmanuel.agung@pei.ac.id

### Abstrak

*Motor induksi tiga fasa menjadi salah satu actuator yang paling banyak digunakan di industry termasuk juga dalam industry textile, diantaranya sebagai penggerak konveyor, pemutar mesin winding, pemutar mesin DTY, pemutar mesin Feeder dan masih banyak lagi fungsi lainnya. Pada beberapa aplikasi motor induksi memerlukan pengaturan kecepatan yang berbeda-beda sesuai fungsinya, salah satu cara yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor Induksi adalah dengan menggunakan Variable Speed Drive Inverter. Penggunaan VSD Inverter sekaligus menjadi solusi persoalan klasik dalam penggunaan motor induksi yaitu munculnya loncatan arus starting dan pergeseran arus terhadap tegangan sumber motor. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan VSD model 9100-IT3-002200M, dengan input 1 fasa 220 Volt dan Output 3 Fasa 380 Volt. Motor induksi yang digunakan model Tatung 1,5 KW 4 kutub. Hasil penelitian membuktikan pengaturan frekuensi kerja Inverter sebanding perubahan tegangan yang diikuti oleh perubahan kecepatan motor. Perubahan Frekuensi kerja yang diikuti secara bersamaan dengan terjadinya perubahan tegangan kerja Inverter disebut dengan Variable Voltage Variable Frekuensi (VVVF). Pengujian menunjukkan pengaturan frekuensi secara linier menghasilkan kecepatan putar motor yang linier juga dan dapat dipertanggungjawabkan dengan perhitungan berdasarkan persamaan karakteristik motor yang digunakan.*

**Kata kunci:** Motor Induksi tiga fasa, Inverter, Variable Speed Drive, Varialble Voltage Variable Frekuensi

### Abstract

*Three-phase induction motor is one of the most widely used actuators in the industry, including in the textile industry, including as a conveyor driver, winding machine player, DTY machine player, Feeder machine player and many other functions. In some applications, induction motors require different speed settings according to their functions, one of the methods used to regulate the speed of an induction motor is to use a Variable Speed Drive (VSD) Inverter. The use of a VSD Inverter is at the same time a solution to the classic problem in the use of an induction motor, namely the emergence of a starting current jump and a current shift to the motor source voltage. This research was conducted by using VSD model 9100-IT3-002200M, with 220 Volt 1 phase input and 3 Phase 380 Volt output. The induction motor used is a 1.5 KW 4 pole Tatung model. The result of the research proves that the setting of the inverter working frequency is proportional to the change in voltage followed by a change in motor speed. Changes in working frequency which are followed simultaneously with changes in the working voltage of the Inverter are called Variable Voltage Variable Frequency (VVVF).*

**Keywords:** Three-phase Induction Motor, Inverter, Variable Speed Drive, Variable Voltage Variable Frequency

Abstrak dikirim 19 November 2021; Diterima 20 Desember 2021

## Implementasi Arduino untuk Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Air pada Proses Penetasan Telur Ikan

**Deni Kurnia, Slamet Riyadi, Iswanti Kartina**  
Program Studi Mekatronika, Politeknik Enjinering Indorama  
e-mail: deni.kurnia@pei.ac.id

### Abstrak

Hal yang sangat penting pada proses penetasan telur ikan adalah kualitas air. Salah satu parameter yang menentukan kadar kualitas air yang baik adalah faktor suhu. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan sistem kontrol dan monitoring suhu air yang digunakan pada proses penetasan telur ikan mas dan nila. Untuk kedua jenis ikan ini, suhu ideal diperoleh melalui data dari Balai Pengembangan Benih Ikan Air Tawar (BPBIAT) yaitu antara 26°C sampai dengan 30°C. Untuk memastikan suhu tetap berada rentang yang diharapkan, maka diperlukan sistem kontrol dan monitoring. Salah satu komponen yang diperlukan dalam sistem ini adalah heater akuarium dan sensor suhu waterproof DS18B20. Sistem kontrol dibuat menggunakan Arduino Uno dan sistem monitoring menggunakan modul GSM SIM800L yang berfungsi untuk mengirim SMS (Short Message Service) kepada user. Hasil pengujian menunjukkan kinerja sensor sangat baik dengan rata-rata error kurang dari 1% dan pengiriman data notifikasi kepada user rata-rata selama 7,42 detik.

**Kata kunci:** Arduino Uno, Suhu, DS18B20, SIM800L

### Abstract

The most important thing in the process of hatching fish eggs is water quality. One of the parameters that determine the level of good water quality is the temperature factor. This study aims to control and monitor the water temperature system used in the hatching process of carp and tilapia eggs. For these two types of fish, the ideal temperature is obtained from data from the Center for Freshwater Fish Seed Development (BPBIAT), which is between 26°C to 30°C. To ensure that the temperature remains within the expected range, a control and monitoring system is needed. One of the components needed in this system is an aquarium heater and a waterproof temperature sensor DS18B20. The control system is made using Arduino Uno and the monitoring system uses the GSM SIM800L module which functions to send SMS (Short Message Service) to the user. The test results show that the sensor performance is very good with an average error of less than 1% and sending notification data to the user for an average of 7.42 seconds.

**Keywords:** Arduino Uno, Temperature, DS18B20, SIM800L

Abstrak dikirim 23 November 2021; Diterima 23 Desember 2021

## Implementasi Algoritma FFT pada Sistem Kontrol dan Monitoring Motor Induksi Berbasis Mobile Phone

**Afzeri, Deni Kurnia, M. Nur Hakim, Indriani Siti Nurmalia**  
Program Studi Mekatronika, Politeknik Enjinering Indorama  
e-mail: afzeri@pei.ac.id

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem kontrol dan monitoring motor induksi di industri secara online berbasis mobile phone. Sistem monitoring dilakukan untuk memantau getaran dan temperatur motor induksi menggunakan sensor GY-521 MPU-6050 yang dihubungkan dengan NodeMCU ESP8266 sebagai perangkat kontrolnya. Untuk proses komputasi data, kami menerapkan algoritma Fast Fourier Transform (FFT) yang digunakan untuk mentransformasi data getaran dari accelerometer menjadi domain frekuensi. Dalam proses pengambilan data kami menentukan 250 sampling data dalam 1 detik yang terbentuk dari getaran motor, kemudian mendeteksi kapasitas baterai untuk membentuk sistem auto-charging, mengendalikan motor listrik ON/OFF manual dan otomatis OFF bila terdeteksi frequensi getaran motor melonjak. Pengujian dilakukan dengan empat kondisi rpm yang berbeda yaitu 500, 1070, 1486 dan 2968 rpm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perbedaan frekuensi getaran motor dapat diperoleh berdasarkan kecepatan rpm motor. Data ini kemudian dikirimkan secara online melalui aplikasi telegram yang di install pada perangkat mobile phone. Kinerja sistem secara keseluruhan menunjukkan perfomansi yang cukup baik dan masih terbuka lebar untuk dikembangkan lebih lanjut.

**Kata kunci:** Algoritma FFT, Remote Monitoring, Motor induksi, NodeMCU ESP8266

### Abstract

This study aims to create an online control and monitoring system for induction motors in the industry based on mobile phones. The monitoring system is carried out to monitor the vibration and temperature of the induction motor using the GY-521 MPU-6050 sensor which is connected to the NodeMCU ESP8266 as a control device. For the data computing process, we apply the Fast Fourier Transform (FFT) algorithm which is used to transform the vibration data from the accelerometer into the frequency domain. In the data collection process, we determine 250 samplings of data in 1 second that are formed from motor vibrations, then detect battery capacity to form an auto-charging system, control the electric motor ON/OFF manually and automatically OFF when the motor vibration frequency spikes. The test was carried out with four different rpm conditions, namely 500, 1070, 1486 and 2968 rpm. The test results show that the difference in the frequency of the motor vibration can be obtained based on the speed of the motor rpm. This data is then sent online via the Telegram application which is installed on the mobile phone device. The overall system performance shows a fairly good performance and is still wide open for further development.

**Keywords:** FFT Algorithm, Remote Monitoring, Induction Motor, NodeMCU ESP8266

Abstrak dikirim 29 November 2021; Diterima 23 Desember 2021

## **B. ATIKEL LENGKAP**

## Rancang Bangun Magic Com Plus Berbasis Termoelektrik Generator

**Lukman Nulhakim, Agung Turmudi, Yoga Nugraha, Farhan Nur Ahmad Fauzy**  
Program Studi Teknologi Mesin, Politeknik Enjinering Indorama  
e-mail: lukman.nulhakim@pei.ac.id

### **Abstrak**

Termoelektrik generator yang terdiri dari beberapa material semikonduktor tipe-p dan tipe-n yang tersusun secara seri dikemas dengan menggunakan keramik sebagai dindingnya. Termoelektrik generator ini merupakan salah satu perangkat konversi energi mengubah energi panas menjadi energi listrik. Termoelektrik generator yang digunakan model SP 1848 27145 SA dirakit pada 2 heatsink dengan model extrude. Pengujian dilakukan selama 3250 detik, temperatur panas menggunakan panas buang yang dihasilkan oleh Magic Com, sedangkan untuk temperatur dingin menggunakan udara bebas. Tegangan dan daya yang dihasilkan terbesar yaitu 531 mV dan 28,196 mW pada temperatur sisi panas 45 °C dan temperatur sisi dingin sebesar 39,1 °C dengan waktu 2200 detik.

**Kata kunci:** termoelektrik, temperatur, semikonduktor, heatsink, keramik

### **Abstract**

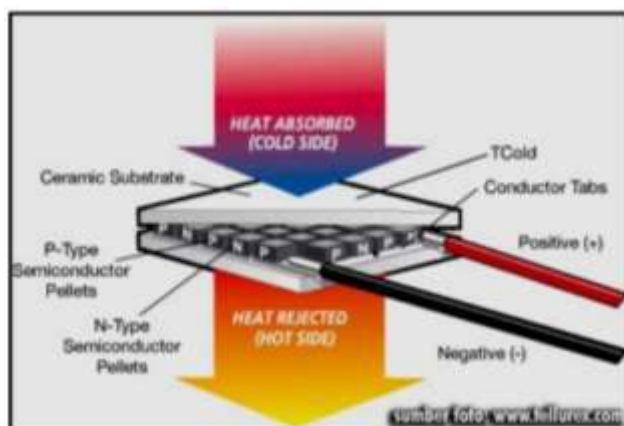
A thermoelectric generator consisting of several p-type and n-type semiconductor materials arranged in series is packaged using ceramic as the wall. This thermoelectric generator is an energy conversion device that converts heat energy into electrical energy. The thermoelectric generator used model SP 1848 27145 SA is assembled on 2 heatsinks with an extrude model. The test was carried out for 60 minutes, for hot temperatures using the exhaust heat generated by Magic Com, while for cold temperatures using free air. The largest voltage and power generated are 531 mV and 28,196 mW at the hot side temperature of 45 °C and the cold side temperature of 39.1 °C with a time of 510 minutes.

**Keywords:** thermoelectric, temperature, semiconductor, heatsink, ceramic

## 1. PENDAHULUAN

Teknologi untuk menghasilkan energi baru terbarukan sedang dikembangkan, salah satunya teknologi termoelektrik. Termoelektrik suatu perangkat konversi energi mengubah energi panas menjadi energi listrik yang tidak menggunakan cairan serta tidak ada bagian-bagian yang bergerak [1]. Termoelektrik ini terdiri dari material yang bersifat semikonduktor tipe-p dan tipe-n dihubungkan secara seri yang dikemas dengan menggunakan keramik sebagai dindingnya [2]. Termoelektrik ada 2 jenis, termoelektrik generator dan termoelektrik pendingin. Termoelektrik generator (TEG) merupakan teknologi dengan memanfaatkan efek Seebeck yang terlihat pada gambar 1, dimana dengan adanya perbedaan temperatur panas dan dingin pada kedua sisinya menghasilkan tegangan searah (DC) [3]. Sebaliknya jika memanfaatkan efek Peltier dengan dialiri arus DC menghasilkan temperatur dingin (kalor diserap) dan sisi lainnya menjadi panas (kalor dilepaskan) pada kedua sisinya yang disebut dengan termoelektrik pendingin (TEC) [4].

Proses memasak dari beras menjadi nasi pada saat ini banyak dilakukan menggunakan alat yang dinamakan Magic Com, dimana alat ini selain untuk memasak juga dapat digunakan untuk menghangatkan nasi [5]. Proses memasak dan memanaskan nasi timbul uap/udara panas yang keluar dari Magic Com dan terbuang begitu saja. Menarik untuk dilakukan penelitian tentang pembuatan alat yang dapat memasak sekaligus menghasilkan energi listrik yang dapat digunakan untuk berbagai peralatan elektronik yang menggunakan tegangan DC.



Gambar 1. Termoelektrik generator [1].

Penelitian tentang termoelektrik generator sudah dilakukan, diantaranya dengan menggunakan 100 keping TEG menghasilkan daya hingga 160 W dengan selisih temperatur panas dan dingin sebesar 80 °C, sedangkan untuk selisih temperatur panas dan dingin sebesar 200 °C dapat menghasilkan daya 500 W dengan menggunakan media air [6]. Penelitian lain dengan memanfaatkan energi limbah panas yang dihasilkan dari kondensor pada sistem pendingin ruangan (AC) dengan temperatur rata-rata 34 °C dapat menghasilkan tegangan sebesar 3,14 V dan daya sebesar 0,16 W [7]. Penelitian tentang termoelektrik generator sebagai penghasil energi dengan memanfaatkan panas buang pada knalpot sepeda motor, tegangan yang dihasilkan hingga 14,44 V pada temperatur 90 °C [8].

## 2. METODE PENELITIAN

Proses perakitan dilakukan menggunakan 1 buah termoelektrik generator model SP 1848 27145 SA seperti pada gambar 2. Heatsink menggunakan masing-masing 2 buah disusun dengan model *sandwich* untuk masing-masing sisi panas dan sisi dingin termoelektrik dengan

menggunakan pasta sebagai perekat sekaligus penghantar panas. *Heatsink* menggunakan model *extrude* dimana model ini memiliki kinerja lebih baik daripada *heatsink* model *slot* [9]. *Heatsink* pada sisi panas termoelektrik generator dipanaskan dengan media air yang sebelumnya sudah dipanaskan terlebih dahulu. Sedangkan untuk *heatsink* sisi dingin termoelektrik generator ditempatkan tidak menyentuh air yang dipanaskan serta didinginkan menggunakan udara bebas. Jarak antara *heatsink* sisi dingin dan sisi panas menggunakan material isolator agar tidak terjadi perpindahan panas dari *heatsink* sisi panas ke *heatsink* sisi dingin.



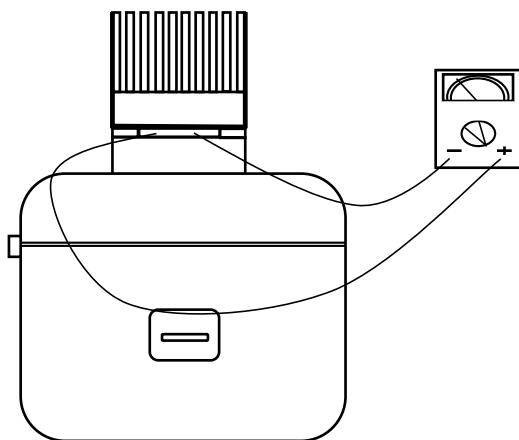
**Gambar 2.** Termoelektrik generator model SP 1848 27145 SA.

Proses pengujian dimulai dari magic com dihidupkan (ON) yang terlihat pada gambar 3, dimana pengukuran dilakukan selama 3250 detik dengan pengambilan data diambil setiap 4 detik untuk temperatur panas dan temperatur dingin pada masing-masing *heatsink* dengan menggunakan termometer digital serta tegangan yang dihasilkan dengan menggunakan multimeter (AVO Meter).

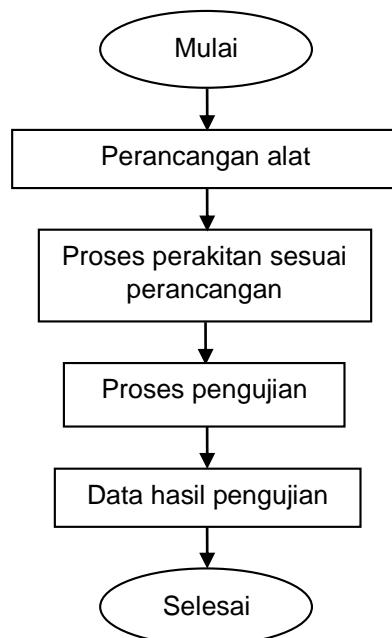
Perhitungan daya yang dihasilkan menggunakan rumus [9] :

$$P = I \times V \quad (1)$$

Hambatan yang digunakan bersifat konstan sebesar 10 *Ohm* untuk mengetahui besar kuat arus yang dihasilkan dari termoelektrik generator. Diagram alir proses perakitan dan pengujian terlihat pada gambar 4.



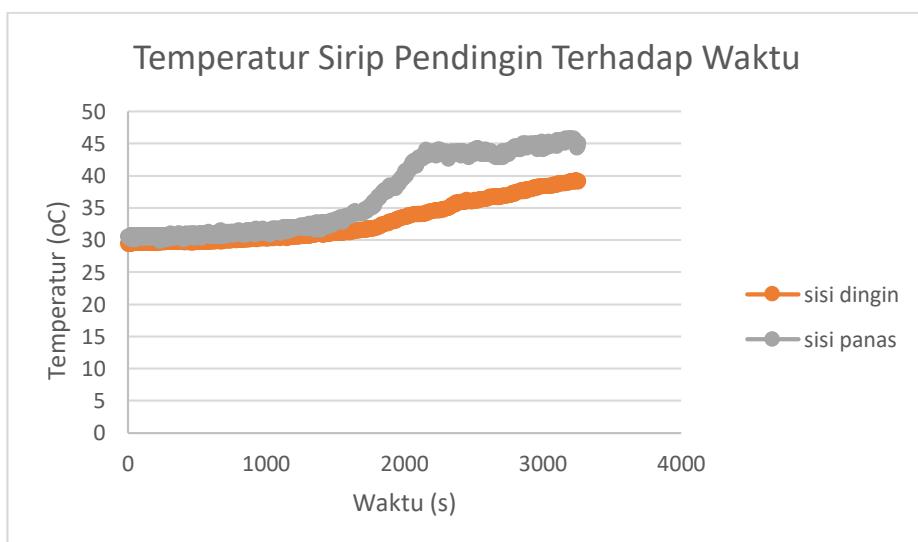
**Gambar 3.** Proses Pengujian.



**Gambar 4.** Diagram alir penelitian.

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengujian selama 3250 detik, tegangan yang dihasilkan tertinggi hingga 531 mV, dimana waktu yang dibutuhkan selama 2200 detik dengan perbedaan temperatur sebesar 5,1 °C, dimana temperatur panas sebesar 45 °C dan temperatur dingin sebesar 39,1 °C terlihat pada gambar 5, dimana perbedaan terlihat mulai pada detik ke 1500 detik, sedangkan daya yang dihasilkan didapatkan dari perhitungan persamaan 1 dengan data tegangan dan kuat arus yang sudah dihasilkan oleh termoelektrik generator, dimana daya terbesar pada 28,196 mW.



**Gambar 5.** Grafik hasil pengujian temperatur terhadap waktu

#### 4. KESIMPULAN

Termoelektrik generator dapat menghasilkan tegangan dan daya maksimal sebesar 531 mV dan 28,196 mW dengan perbedaan temperatur 5,1 °C, dimana temperatur panas dan temperatur dingin masing-masing sebesar 45 °C dan 39,1 °C dengan waktu yang dibutuhkan selama 2200 detik.

#### 5. DAFTAR NOTASI

- P : Daya  
I : Kuat arus  
V : Tegangan

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Nulhakim. L., 2017, Uji Unjuk Kerja Pendingin Ruangan Berbasis Thermoelectric Cooling, Jurnal Simetris, Vol.8, No. 1, pp. 85-90.
- [2]. Champier. D., 2017, *Thermoelectric generators: A review of applications, Energy Conversion and Management*, Vol.140, pp. 167-181.
- [3]. Albert Patrick J. David., 2017, *Thermoelectric Generator: Mobile Device Charger, 8th CEBU International Conference on “Recent Trends in Engineering and Technology”*, pp. 7-11.
- [4]. Nulhakim. L., dan Rachamnu. F., 2018, Pemanfaatan *Thermoelectric Cooling* Sebagai Penghilang Embun Kaca Depan Angkutan Umum Perkotaan (ANGKOT), Jurnal Elektra, Vol. 3, No. 2, pp. 29-34.
- [5]. Islamiyah, 2013, “Profil Kinetika Perubahan Glukosa Pada Nasi Dalam Pemanas”, FKIP Universitas Tadulako, Palu.
- [6]. Changwei Liu., Pingyun Chen., and Kewen Li., 2014, *A 1 KW Thermoelectric Generator for Low-temperature Geothermal Resources, Proceedings, Thirty-Ninth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering*, pp. 1-11.
- [7]. Ryanuargo., Syauful Anwar., dan Sri Poernomo Sari., 2013, “Generator Mini dengan Prinsip Termoelektrik dari Uap Panas Kondensor pada Sistem Pendingin”, Jurnal Rekayasa Elektrika, Vol. 10, No. 4, pp. 180-185.
- [8]. Farissy, Faizal Al., 2018, Studi Eksperimental Termoelektrik Generator (TEG) Dengan Variasi Fin Dan Non Fin Pada Fluida Panas Supra X 125 CC, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [9]. Poetro. E. J., dan Handoko. R. C., 2013, Analisis Kinerja Sistem Pendingin Arus Searah Yang Menggunakan *Heatsink* Jenis *Extruded* Dibandingkan Dengan *Heatsink* Jenis *Slot*, Jurnal Teknik Mesin, Vol. 2, pp. 178-188.

## Modifikasi Komponen Angkat Dies Mesin Cetak Paving Block dengan Kombinasi Satu Silinder dan Lever

<sup>1</sup>Mokhamad Is Subekti, <sup>2</sup>Iwan Lesmana

Program Studi Teknologi Mesin, Politeknik Enjinering Indorama  
e-mail: <sup>1</sup>subekti.mokhamad@pei.ac.id; <sup>2</sup>iwanlesmana@pei.ac.id

### Abstrak

*Mesin paving blok eksisting yang ada di workshop Teknik mesin belum memenuhi empat syarat mutu paving blok yang ditetapkan SNI 03 - 0691 – 1996[1]. Dari analisa mekanisme gerakan terdapat masalah saat langkah mengangkat dies, sehingga produk tidak rata, cacat bentuk dan ukuran, hal ini yang akan diperbaiki dengan modifikasi pengangkat cetakan menggunakan satu silinder dan tuas angkat (lever) dimana silinder memutar tuas angkat yang dihubungkan ke dies. Hasil yang didapat dari modifikasi ini dua syarat mutu SNI terpenuhi yaitu: sifat tampak dan ukuran. Sifat tampak : produk rata dan tidak ada retakan sedangkan ukuran penyimpangan maksimal 6,8 % masih di bawah toleransi yang ditetapkan SNI 8 %. Untuk kuat tekan maksimum sebesar 3,05 MPa dihasilkan dari sampel produk A dengan perbandingan semen:pasir =1:1 dengan densitas 1651 kg/m<sup>3</sup> dan faktor kompresi 0,89 masih belum memenuhi syarat fisika SNI dengan kuat tekan minimum 8,5 MPa.*

**Kata kunci:** paving blok, syarat mutu, SNI 03 - 0691 – 1996, modifikasi

### Abstract

*The existing paving block machines in the Mechanical Engineering workshop have not met the four quality requirements of paving blocks set by SNI 03 - 0691 - 1996. From the analysis of the movement mechanism there are problems when lifting the dies, so that the product is uneven, deformed in shape and size, this is what will be improved by a modified mold lift using a cylinder and a lever where the cylinder rotates a lift lever connected to the dies. The results obtained from this modification are that two SNI quality requirements are met, namely: appearance properties and size. Appearance properties: flat product and no cracks while the maximum deviation size of 6.8% is still below the tolerance set by SNI 8%. For the maximum compressive strength of 3.05 MPa produced from product A sample with a ratio of cement: sand = 1:1 with a density of 1651 kg/m<sup>3</sup> and a compression factor of 0.89 still does not meet the physical requirements of SNI with a minimum compressive strength of 8.5 MPa.*

**Keywords:** paving block, quality requirements, SNI 03 - 0691 – 1996, modification

## 1. PENDAHULUAN

Faktor mutu *paving block* selain material, kondisi cuaca juga ditentukan oleh kinerja dari mesin *paving block* karena sifat kepadatan, ketahanan aus dan kerataan dihasilkan dari karakter penekanan yang dikerjakan mesin.

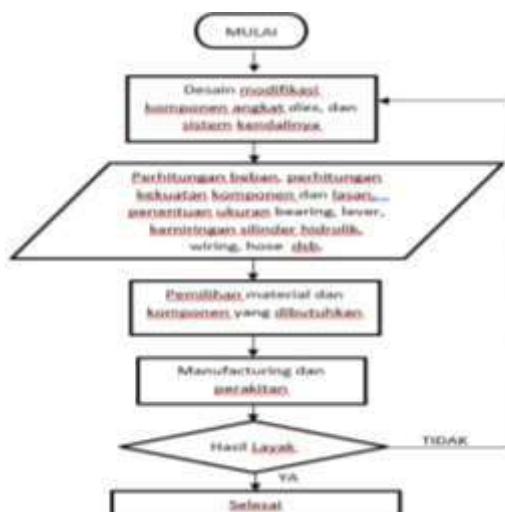
Tingkat kepadatan, ketahanan aus maupun kerataan merupakan beberapa syarat mutu yang ditetapkan di SNI 03 - 0691 – 1996. Sesuai klasifikasi *paving block berdasarkan SNI 03 - 0691 – 1996* mutu paving block dikelompokan menjadi empat mutu yaitu: mutu A digunakan untuk jalan dengan tingkat kepadatan rata-rata 40 MPa dan ketahanan aus rata-rata 0,09 mm/menit, mutu B digunakan untuk pelataran parkir dengan tingkat kepadatan rata-rata 20 MPa dan ketahanan aus rata-rata 0,13 mm/menit, mutu C digunakan untuk pejalan kaki dengan tingkat kepadatan rata-rata 15 MPa dan ketahanan aus rata-rata 0,16 mm/menit, mutu D digunakan untuk taman dan penggunaan lain dengan tingkat kepadatan rata-rata 10 MPa dan ketahanan aus rata-rata 0,219 mm/menit. Sedangkan sifat tampak untuk semua klasifikasi mutu sama yaitu harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirapikan dengan kekuatan jari tangan. Untuk ukuran ketebalan nominal minimum yang diizinkan sebesar 60 mm dengan toleransi  $\pm 8\%$

Pada penelitian ini mengambil tema modifikasi mesin *paving block* eksisting yang ada di workshop Prodi Mesin, dimana kondisi sebelumnya setelah dilakukan uji visual maupun ukuran tidak memenuhi standar yang diharapkan dari SNI yaitu hasil tidak rata dan disudut-sudutnya masih terbawa sisa material yang lembek. Dari masalah ini kemudian dilakukan analisa terhadap operasi mesin dan ternyata gerakan angkat dari lengan cetaknya tidak serempak, inilah yang membuat hasilnya tidak rata. Untuk itu fokus tindakan perbaikan dilakukan dengan memodifikasi lengan cetaknya yang semula menggunakan dua silinder *double acting* yang terpasang pada sisi kanan dan kiri, menjadi hanya satu silinder *double acting* dipasang terpusat yang dikombinasikan dengan tuas angkat, sehingga gerakan angkat akan serempak tanpa satu mendahului yang lain, sehingga target dua syarat mutu dari SNI terpenuhi yaitu sifat tampak dan ukuran.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Diagram Alir Penelitian

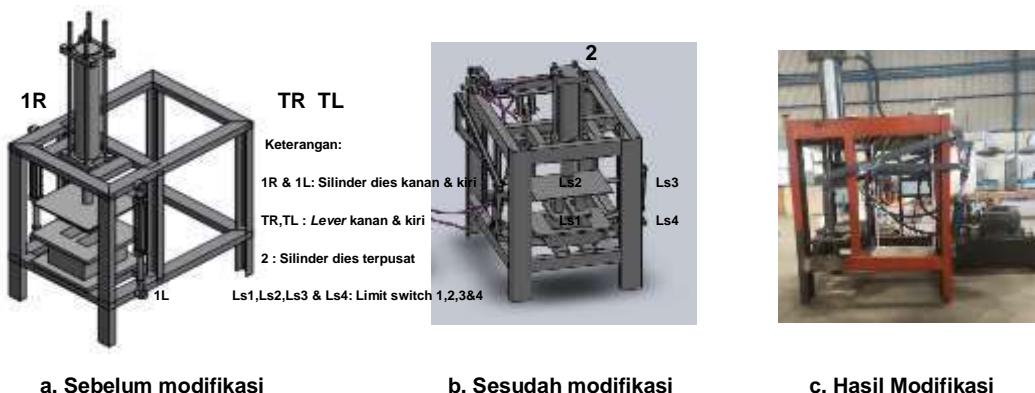
Desain modifikasi mesin selain aspek mekanikalnya juga sisi elektrikalnya dengan rewiring kendali ke solenoid valvenya. Tahapan proses penelitian sesuai diagram alir Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

## 2.2 Desain Modifikasi Mekanikal

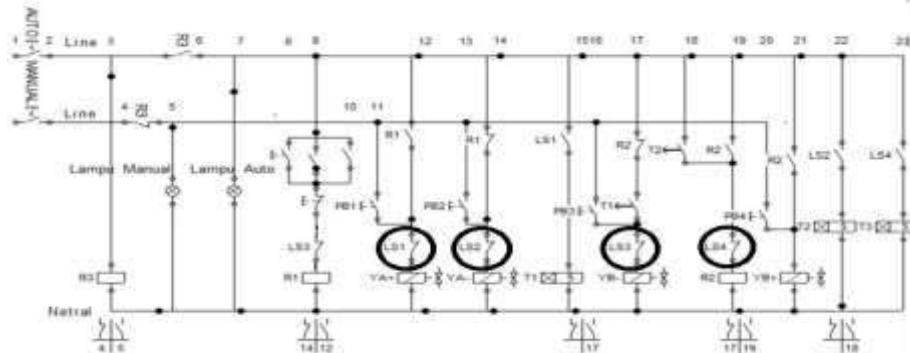
Mesin paving block eksisting [2] menggunakan dua silinder aktuator kanan dan kiri untuk mengangkat *dies* (Gambar 2.a), silinder-silinder tersebut langsung disambung ke *dies*, karena kondisi aliran dan salah satu silinder kinerjanya buruk mengakibatkan gerakan angkat keduanya tak serempak. Akibat dari ketidak serempak gerakan ini mutu produk kurang baik, sehingga dipilihlah konstruksi modifikasi dengan pemakaian satu silinder untuk mengatasi gerakan yang tidak serempak tersebut, dengan satu silinder ini berfungsi sebagai penggerak lengan *dies* naik-turun dan tidak langsung disambungkan ke *dies* (Gambar 2.b), hasil modifikasi dapat dilihat (Gambar 2.c). Pada konstruksi modifikasi ujung *connecting rod* silinder disambungkan ke nok poros lever yang dibuat alur untuk gerakan bebas ujung *connecting rod*, saat *connecting rod* silinder bergerak turun sampai mencapai titik mati bawah, baut *connecting rod* menarik nok lever naik sehingga *dies* terangkat, sebaliknya jika *connecting rod* bergerak naik sepanjang alur nok, lever akan turun.



Gambar 2. Konstruksi mesin sebelum dan sesudah modifikasi.

## 2.3 Rewiring Sistem Kendali

Dari sisi mekanikal, mekanisme gerakan sudah sesuai yang diharapkan tetapi jarak berhenti saat naik-turun *dies* dan *rammer* tidak bisa diatur sesuai kebutuhan melainkan keduanya berhenti pada posisi maksimalnya dengan pompa tetap *On* [3]. Hal ini akan mengurangi kecepatan produksi disamping merusak silinder aktuator karena pompa tetap *On* walaupun silinder sudah berhenti. Untuk mengatasi hal ini sistem kendalinya di *rewiring* seperti Gambar 3 yang diberi tanda lingkaran.



Gambar 3. Rewiring sistem kendali.

Pada *rewiring* sistem kendali, wiring dihubungkan ke *limit switch* terlebih dahulu sebelum disambungkan ke masing-masing terminal *solenoid valve*. Disini ada dua pasang *limit switch* yaitu paspasang untuk pembatas gerakan *rammer* dan satunya pembatas gerakan *dies* jadi pompa

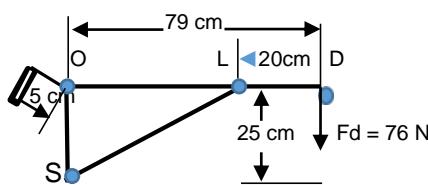
akan dioffkan begitu *limit switch* tersentuh, sehingga komponen silinder aman dari tekanan terus menerus oli hidrolik.

## 2.4 Menghitung Beban, Kekuatan dan Pemilihan Komponen Mekanikal

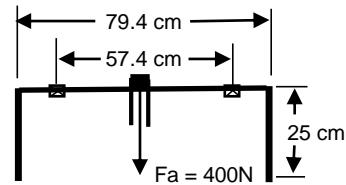
### 2.4.1 Beban Angkat Dies

Dies terbagi dua cetakan yang identik sehingga asumsi perhitungan beban adalah setengah bagian dies. Beban inilah yang diteruskan ke masing-masing sisi lever, seperti diuraikan di bawah ini.

a). Beban angkat tuas di (D):  
 $F_d = (0.5 \times \text{berat dies} + \text{berat 1 produk} + \text{gaya gesek}) \times g$  (1)  
 $F_d = (0.5 \times 10 \text{ kg} + 2 \text{ kg} + 0.4 \times 2) \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 76 \text{ N}$



**Gambar 4.** Lever dies tampak samping.



**Gambar 5.** Lever dies tampak belakang.

Pengelasan tuas pada titik L, S dan O (Gambar 4 dan 5), beban yang diteruskan ke las L= 102 N, S= 51 N dan O= 76 N

### 2.4.2 Kekuatan Sambungan Las:

Kekuatan lasan [4] =  $\sin 45^\circ \times s \times l \times \sigma_{\text{tarik las}}$  (2)

Tipe elektroda las SMAW E6013 dengan  $\sigma_{\text{tarik las}} = 160 \text{ N/mm}^2$ , panjang lasan  $l= 57 \text{ mm}$ , ukuran lasan = 5 mm, sudut throat  $45^\circ$ , kondisi beban pengelasan dapat dirangkum pada Tabel 1.

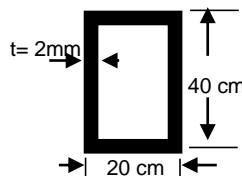
**Tabel 1.** Beban lasan.

Titik Lasan	Beban lasan (N)	Kekuatan las (N)
1. L	102	
2. S	51	
3. O	76	
$\sum$		32239 N

Dari Tabel 1 terlihat semua titik lasan kondisi aman karena di bawah jauh dari kekuatan las.

### 2.4.3 Kekuatan Batang Lever

Batang tuas/ lever menggunakan baja ST37 hollow persegi ukuran 40cm x 20cm, t = 2mm (Gambar 6).



**Gambar 6.** Profil penampang batang lever.

Tegangan lentur akibat pembebanan *dies* 76 N sebesar 33 MPa, sedangkan tegangan lentur izin sebesar 370 MPa untuk baja ST37 jadi kekuatan tuas juga aman.

## 2.5 Pemilihan Komponen

Komponen-komponen utama yang diperlukan adalah bearing dan poros. Dengan menghitung torsi ekivalen dan beban yang dikenakan poros didapat diameter minimal poros dari baja ST 37 sebesar  $d = 20$  mm dan pada modifikasi ini diambil diameter poros 25 mm. Untuk ukuran bearing disesuaikan dengan diameter poros yaitu tipe UCP 205 (kode 2: beban ringan), dengan melihat beban dinamik dasar bearing UCP 205  $C = 11kN > 76$  N (aman) [4]

## 2.6 Proses Fabrikasi dan Perakitan Komponen

Ringkasan proses fabrikasi komponen dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

**Tabel 2.** Ringkasan fabrikasi komponen dan peralatan yang digunakan.

No	Komponen	Deskripsi	Peralatan yang digunakan
1.	Lever	Baja ST 37, hollow 4 cm x 2 cm, $t=2$ mm	Mesin las SMAW, gerinda, mistar ukur & siku, kapur plat, gerinda potong 14"
2.	Nok	Baja ST 37 panjang 5 cm	Mesin bor-mata bor 10mm
3.	Guide bar	Baja ST 37 diameter 16 mm 2 batang	Mesin bor-mata bor 16mm, Mesin las SMAW
4.	Bearing	UCP 205	Kunci ring dan pas 19 mm Waterpass
5.	Poros	Baja ST 37 diameter 25 mm	Gerinda potong, mistar

## 2.7 Prosedur Pengujian Tekan

Pada pengujian ini menggunakan mesin paving blok itu sendiri sebagai alat uji, dengan mengukur tekanan di manometer sampai benda uji retak, tekanan sampai benda uji retak dikenal dengan kekuatan tekan paving blok. Adapun prosedurnya sebagai berikut [5]:

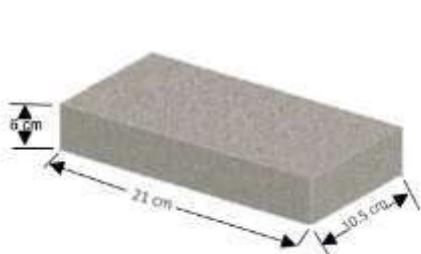
1. Menyiapkan benda uji yang akan diuji tekan dengan prosentase semen: pasir (1:1, 1:3, 1:5, 1:9)
2. Menentukan ukuran dan berat benda uji
3. Meletakan benda uji sentris di bawah rammer
4. Menjalankan pompa dan menekan tombol rammer posisi down
5. Mencatat tekanan maksimum di manometer saat benda uji retak
6. Ulangi pengujian minimal 3 kali pengujian untuk masing-masing prosentase benda uji

## 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Ukuran Sampel Uji dan Komposisi

Dimensi sampel uji ukuran 21 cm x 10.5 cm x 6 cm dibuat sesuai standard SNI dimana ketebalan nominal minimum 6 cm (Gambar 7). Sampel uji dibagi empat kelompok dengan komposisi perbandingan antara semen: pasir berbeda yaitu kelompok sampel : A = 1:1, B= 1:3, C= 1:5 dan D= 1:9 dengan masing-masing sampel dibuat benda uji sebanyak 3 buah untuk 3 kali pengujian.

Sampel yang siap uji dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7. Ukuran sampel uji.



Gambar 8. Sampel A, B, C dan D siap uji.

### 3.2 Densitas .

Densitas yang merupakan perbandingan berat masing-masing sampel dibagi dengan volume hasil uji pengepresan ditampilkan pada grafik Gambar 9.



Gambar 9. Densitas masing-masing sampel uji.

### 3.3 Faktor Kompresi dan Kecepatan Produksi

Faktor pengepresan adalah perbandingan volume setelah uji pengepresan dan sebelum uji pengepresan (Gambar 10). Untuk kecepatan produksi rata-rata 3 menit/siklus.

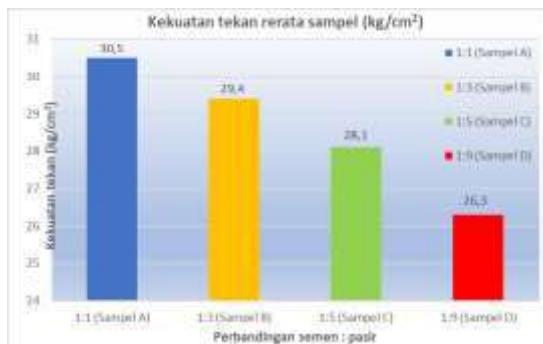


Gambar 10. Faktor kompresi sampel uji.

### 3.4 Pembahasan

#### 3.4.1 Kekuatan Tekan

Kekuatan tekan paling tinggi pada sampel uji A (Gambar 11) dengan perbandingan semen:pasir = 1:1 sebesar 30,5 kg/cm<sup>2</sup> (3,05 MPa) dan yang terendah sampel uji D dengan perbandingan 1:9 sebesar 26,3 kg/cm<sup>2</sup>.



Gambar 11. Kuat tekan rerata.

Kekuatan sampel A ini paling tinggi disebabkan prosentase semen yang paling banyak dibanding sampel uji yang lain, dimana semen adalah zat adesif dan perekat sehingga campuran paving blok lebih padat dan merekat lebih kuat, hal yang sebaliknya terjadi pada sampel D dengan prosentase pasir paling banyak dan semen paling sedikit dibanding yang lain yang hasilnya campuran kurang kuat. Kuat tekan juga berkorelasi dengan densitas (Gambar 9) dan faktor kompresi, Semakin tinggi jumlah semen makin berat dan densitas juga semakin besar, sedangkan kuat tekan tinggi (sampel uji A) akan berakibat sampel lebih susah untuk ditekan dan akibatnya faktor kompresi naik. Kendati sampel uji A kuat tekan paling tinggi 3,05 MPa tetapi belum bisa masuk standard SNI yang terendah (mutu D) sebesar 8,5 MPa, jadi belum masuk standard mutu D.

#### 3.4.2 Ukuran, Penyimpangan dan Sifat Tampak

Ukuran nominal paving blok sesuai dengan Gambar 7 (21cm x 10,5cm x 6cm), tetapi karena beberapa faktor seperti kuat tekan, campuran, kinerja mesin menjadi salah satu penyebab ketidakpresision ukuran. Namun demikian SNI mensyaratkan toleransi maksimal penyimpangan sebesar 8 %. Contoh pengukuran ketegak lurusan, dimensi (Gambar 12). Sifat tampak salah satu syarat mutu yang ditentukan juga di SNI hasil sudah memenuhi yaitu tidak ada retak, permukaan rata dan sudut-sudutnya tidak mudah direpihkan.



a. Pengukuran kegak-lurusran



b. Pengukuran dimensi panjang

Gambar 12. Pengukuran ketegaklurusran dan dimensi.

Penyimpangan sampel uji dari mesin paving blok modifikasi dapat dilihat pada Gambar 13, dengan penyimpangan yang paling besar pada dimensi panjang, dan sampel yang mempunyai penyimpangan terkecil pada sampel uji A. karakter secara keseluruhan dengan mengecilnya prosentase pasir memperbesar penyimpangan.



Gambar 13. Prosentase penyimpangan ukuran.

#### 4. KESIMPULAN

- Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan:
1. Sifat tampak sudah memenuhi yang ditetapkan SNI yaitu permukaan rata, tidak retak-retak dan cacat serta sudutnya tidak mudah direpihkan dengan jari tangan
  2. Penyimpangan ukuran terbesar pada sampel uji D dengan komposisi semen:pasir = 1:9 pada dimensi panjangnya sebesar 6,8% , sehingga syarat ukuran SNI juga terpenuhi. Berdasarkan SNI penyimpangan maksimal sebesar 8%
  3. Kekuatan tekan tertinggi sebesar 3,05 MPa pada paving blok dengan komposisi semen : pasir = 1:1, sedangkan terendah sebesar 2,63 MPa dengan komposisi = 1:9, makin banyak kuantitas semen makin tinggi kuat tekannya. Hasil pengujian kuat tekan tidak jauh berbeda dengan kondisi sebelumnya maksimal 3 MPa, sehingga dari penelitian ini belum terpenuhi syarat kekuatan tekan SNI minimal untuk klasifikasi D sebesar 8,5 MPa.
  4. Terdapat korelasi antara sifat: densitas, faktor kompresi, kuat tekan dan perbandingan semen:pasir, yaitu semakin besar prosentase semen dalam campuran sifat-sifat tersebut juga akan tinggi
  5. Dari keseluruhan mekanisme gerakan mesin sudah baik dan sesuai harapan, masih perlu dikembangkan lagi dengan pemakaian daya motor di atas 4 kW dan viskositas oli di atas 100 mm<sup>2</sup>/suntuk menghasilkan kuat tekan minimum 8,5 MPa

#### 5. DAFTAR NOTASI

- g : percepatan gravitasi = 9,81 m/s<sup>2</sup>  
s: ukuran lasan  
l : Panjang lasan  
 $\sigma$ : Kekuatan tarik las (N/mm<sup>2</sup>)

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Standard Nasional Indonesia, SNI 03 - 0691 – 1996. “Bata Beton (*Paving Block*)”. Jakarta.
- [2]. Yusuf Hamdani. “Perancangan Konstruksi Mesin Cetak Paving Blok”. Purwakarta, Politeknik Enjineering Indorama. 2019.
- [3]. Fahad Rifai. “Perancangan Sistem Kendali Elektro-hidrolik Pada Mesin Cetak *Paving Block*”. Purwakarta, Politeknik Enjineering Indorama. 2019.
- [4]. R.S Khurmi, J.K Gupta.” A Textbook of Machine Design”. First Multicolour Edition. New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT.) LTD.
- [5]. Untung Surya Dharma, Lukito Dwiyuono. “Analisa Pengepresan Dengan Sistem Hidrolik Pada Alat Pembuat Paving Block Untuk Perkerasan Lahan Parkir”. TURBO-Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro. 2016: Vol 5 No 1. Hal 62-75.

## Aplikasi Verifikasi Peserta Ujian Dengan Scanning QR-Code (Studi Kasus: STMIK Bandung Bali)

<sup>1</sup>Ricak Agus Setiawan, <sup>2</sup>Ni Nyoman Emang Smrti, <sup>3</sup>Amin Budi Utomo

<sup>1</sup>Prodi TRPL, Politeknik Enjinering Indorama

<sup>2,3</sup>STMIK Bandung Bali

<sup>1</sup>e-mail: ricak@pei.ac.id, <sup>2</sup>e-mail: smrti@yacanet.com, <sup>3</sup>e-mail: aminbudi1718@gmail.com

### **Abstrak**

Kegiatan ujian semester merupakan kegiatan akademik yang secara rutin dilakukan oleh STMIK Bandung Bali, namun dalam proses administrasi ujian yang menjadi syarat mahasiswa untuk mengikuti ujian masih bersifat manual sehingga panitia ujian harus menerbitkan kartu peserta ujian. Proses memeriksa peserta ujian yang lulus persyaratan administrasi dirasa kurang efektif dan efisien. Dalam pencatatan daftar hadir peserta ujian yang bersifat manual yang mengakibatkan membuka peluang terjadinya kecurangan peserta saat memasuki ruang ujian. QR-Code yang dapat dibentuk (generate), dipindai (scann), dapat berfungsi untuk menyimpan informasi dalam bentuk lain. Oleh karena itu Melalui scanning QR Code memudahkan proses verifikasi peserta ujian yang telah memenuhi syarat untuk mengikuti ujian. Selain itu QR code yang dibuat (Generate) oleh peserta pada saat sebelum mengikuti ujian akan mengurangi peluang terjadinya kecurangan yang dilakukan oleh peserta.

**Kata Kunci :** Ujian, Verifikasi, Scanning, QRCode

### **Abstract**

Exam activities are academic activities that are routinely carried out by STMIK Bandung Bali, but in the process of administering the exam, which is a requirement for students to take the exam, it is still manual so that the exam committee must issue an exam participant card. The process of examining examinees who passed the administrative requirements was deemed less effective and efficient. In recording the attendance list of examinees which is manual which results in opening up opportunities for participants to cheat when entering the exam room. QR-Code that can be generated (generated), scanned (scanned), can serve to store information in other forms. Therefore, through scanning the QR Code, it is easy to verify the examinees who have met the requirements to take the exam. In addition, the QR code generated (Generate) by participants before taking the exam will reduce the chances of cheating by participants.

**Keyword :** Exam, Verification, Scanning, QR Code

## 1. PENDAHULUAN

Ujian semester merupakan proses evaluasi hasil pembelajaran mahasiswa yang diterapkan dan terjadwal pada perguruan tinggi. Pelaksanaan ujian di STMIK Bandung Bali paling tidak diselenggarakan sebanyak 2 (dua) kali dalam setiap semester yaitu Ujian Tengah Semester (UTS) dan Ujian Akhir Semester (UAS) [1]. Mahasiswa sebagai peserta ujian baik UTS atau UAS dapat mengikuti kegiatan UTS dan UAS dengan memenuhi persyaratan yang berlaku di STMIK Bandung Bali, pelunasan administrasi keuangan menjadi salah satu syarat agar mahasiswa dapat terdaftar sebagai peserta ujian di STMIK Bandung Bali. Mahasiswa yang telah memenuhi syarat mengikuti ujian akan mendapatkan Kartu Studi Mahasiswa (KSM) yang sebagai tanda bukti telah menjadi peserta Ujian dan diperbolehkan mengikuti ujian [1].

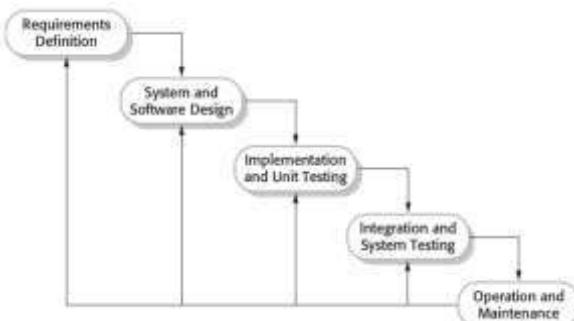
KSM juga digunakan sebagai alat verifikasi peserta ujian dan absensi (kehadiran) peserta ujian yang diperiksa oleh pengawas ujian. KSM yang masih bersifat manual membuat pekerjaan pengawas ujian menjadi tidak efisien dan juga menimbulkan potensi tidak validnya data peserta ujian. Dari permasalahan penyelenggaraan yang dihadapi oleh STMIK Bandung Bali, maka diperlukan sebuah aplikasi yang dapat memudahkan proses verifikasi dan absensi peserta ujian menjadi lebih efektif serta menghemat waktu.

Dalam penelitian ini penulis akan mencoba menerapkan metode *scanning QR Code* yang diterapkan dalam aplikasi verifikasi peserta ujian studi kasus pada STMIK Bandung Bali. Melalui aplikasi ini diharapkan dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi serta keamanan data dalam proses penyelenggaraan ujian di lingkungan STMIK Bandung Bali.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Metode Waterfall

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode kualitatif yang mana pada penelitian ini proses pengumpulan data dan informasi dilakukan dengan cara observasi dan studi literatur. Dalam pengembangan perangkat lunak ini penulis menggunakan metode *Waterfall* [2] yang berprinsip pengerjaan dilakukan secara berurutan atau secara linier dengan tahapan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Tahapan Metode Waterfall

Metode *Waterfall* memiliki tahapan-tahapan sebagai berikut [3]:

a. **Requirement Definition**

Layanan sistem, kendala, dan tujuan ditetapkan oleh hasil konsultasi dengan pengguna yang kemudian didefinisikan secara rinci dan berfungsi sebagai spesifikasi sistem.

b. **System and Software Design**

Tahapan perancangan sistem mengalokasikan kebutuhan-kebutuhan sistem baik perangkat keras maupun perangkat lunak dengan membentuk arsitektur sistem secara keseluruhan. Perancangan perangkat lunak melibatkan identifikasi dan penggambaran abstraksi sistem dasar perangkat lunak dan hubungannya.

c. **Implementation and Unit Testing**

Pada tahap ini, perancangan perangkat lunak direalisasikan sebagai serangkaian program atau unit program. Pengujian melibatkan verifikasi bahwa setiap unit memenuhi spesifikasinya.

**d. Integration and System Testing**

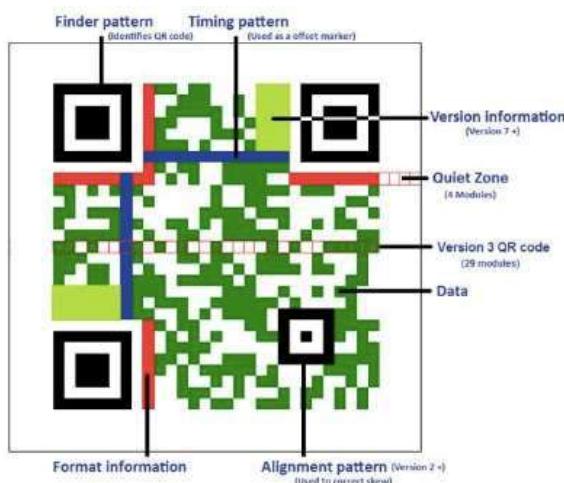
Unit-unit individu program atau program digabung dan diuji sebagai sebuah sistem lengkap untuk memastikan apakah sesuai dengan kebutuhan perangkat lunak atau tidak. Setelah pengujian,

**e. Operation and Maintenance**

Tahapan *operation* ini biasanya merupakan tahapan yang paling panjang. Sistem dipasang dan digunakan secara nyata. *Maintenance* melibatkan pembetulan kesalahan yang tidak ditemukan pada tahapan-tahapan sebelumnya, meningkatkan implementasi dari unit sistem, dan meningkatkan layanan sistem sebagai kebutuhan baru.

## 2.2. Quick Response Code (QR Code)

*Quick Response Code* atau yang sering disingkat dengan *QR Code* merupakan sebuah *barcode* dua dimensi yang dikenalkan oleh perusahaan Jepang Denso Wave pada tahun 1994. Pada dasarnya bahwa QR Code dikembangkan sebagai suatu kode yang memungkinkan isinya untuk dapat diterjemahkan dengan kecepatan tinggi [4]. QR Code terdiri dari sebuah urutan kotak persegi yang disusun dalam suatu pola persegi yang lebih besar, yang disebut sebagai modul.



Gambar 2. Skema QR Code

Struktur *Quick Response Code* (QR Code) [4]:

- a. *Finding pattern*, merupakan pola untuk mendeteksi posisi dari QR Code.
- b. *Timing pattern*, merupakan pola yang digunakan untuk identifikasi koordinat pusat dengan QR Code, dibuat dalam bentuk modul hitam putih bergantian.
- c. *Version information*, merupakan versi dari sebuah QR Code, versi terkecil adalah 1 (21 x 21) modul dan versi terbesar ada 40 (177 x 177) modul.
- d. *Quiet Zone*, merupakan daerah kosong di bagian terluar QR-Code yang mempermudah mengenali pengenal QR oleh sensor *Charge Coupled Device* (CCD).
- e. *QR Code version*, merupakan versi Code. Pada contoh gambar, versi yang digunakan adalah versi 3 (29 x29) modul.
- f. Data merupakan daerah tempat data tersimpan atau data dikodekan.
- g. *Alignment Pattern* merupakan pola yang digunakan untuk memperbaiki penyimpangan QR Code terutama distorsi non linier
- h. *Format information* merupakan informasi tentang *error correction level* dan *mask pattern*

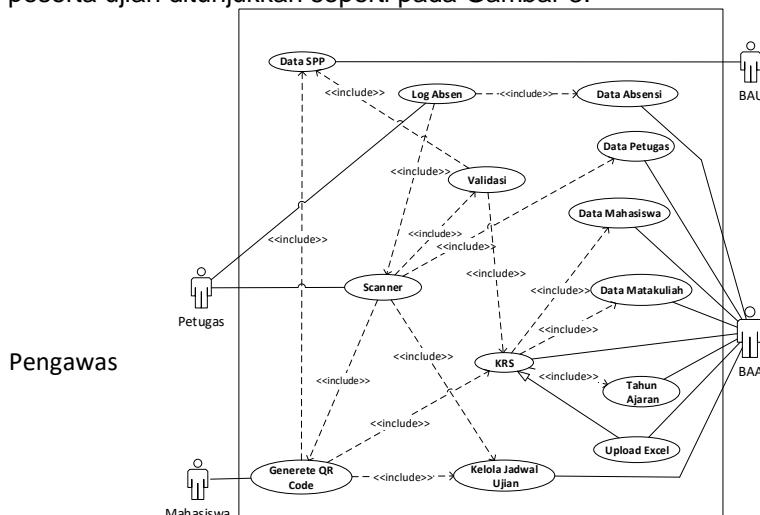
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan dari hasil analisis kebutuhan sistem, maka diusulkan dibuatkan aplikasi baru yang terkomputerisasi yang diharapkan dapat mengatasi beberapa permasalahan pada proses penyelenggaraan ujian pada STMIK Bandung Bali. Gambaran umum sistem yang diusulkan terbagi menjadi beberapa kelompok kegiatan utama, diantaranya:

- a. Persiapan master data seperti data mahasiswa, data dosen, data mata kuliah, dan data jadwal kuliah. Master data ini diinputkan oleh BAA sebagai pengelola kegiatan akademik di STMIK Bandung Bali.
- b. Proses *upload* rekap data KRS mahasiswa yang dilakukan oleh BAA. Rekap data KRS mahasiswa dalam format Mic.Excel yang berisikan data pengambilan mata kuliah yang dilakukan oleh mahasiswa pada saat semester berjalan.
- c. Proses memperbarui (*update*) data status pembayaran mahasiswa yang dilakukan oleh BAU. Update data ini akan mempengaruhi fitur generate QR Code yang dilakukan mahasiswa sebagai syarat validasi peserta ujian.
- d. Proses Generate QR Code dapat dilakukan oleh mahasiswa setelah data status pembayaran diubah oleh BAU dan rekap data KRS telah diupload oleh BAA. Proses *generate QR Code* dilakukan mahasiswa sebelum mengikuti ujian sesuai dengan jadwal ujian yang telah diinputkan.
- e. Proses scanning QR Code dilakukan oleh pengawas ujian yang berfungsi untuk memindai QR Code mahasiswa sebelum mengikuti ujian. Pada proses ini akan menentukan mahasiswa diizinkan atau tidaknya untuk mengikuti ujian sekaligus menjadi bukti kehadiran peserta ujian jika QR Code berhasil dipindai oleh pengawas.

#### 3.1. Use Case Diagram

Use Case Diagram yang merupakan gambaran umum tentang interaksi sistem atau proses bisnis dari perspektif pengguna [5]. Adapun *use case diagram* yang diusulkan untuk aplikasi verifikasi peserta ujian ditunjukkan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Use Case Diagram

Keterangan *actor* pada use case diagram:

- a. Pengawas adalah yang bertugas untuk memverifikasi peserta ujian yang sudah terdaftar dan diizinkan mengikuti ujian berdasarkan QR Code yang dimiliki mahasiswa
- b. BAU adalah Biro Administrasi Umum yang bertugas mengelola administrasi pembayaran mahasiswa dengan mengubah status pembayaran sumbangan pembinaan Pendidikan (SPP)

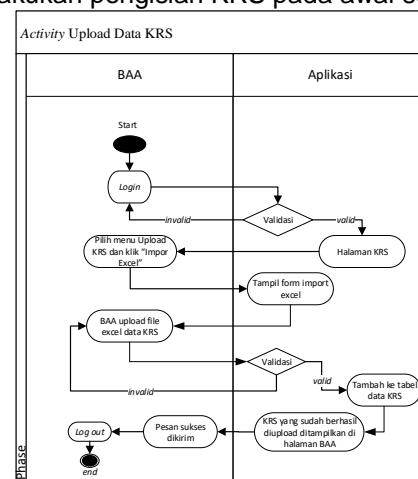
- c. Mahasiswa adalah peserta ujian yang telah memenuhi persyaratan (pelunasan) pembayaran SPP dan dapat membentuk atau meng-Generate QR Code
- d. BAA adalah Biro Administrasi Akademik yang bertugas mengelola jadwal Ujian mahasiswa berdasarkan mata kuliah yang diambil melalui data KRS.

### 3.2. Activity Diagram

Activity diagram adalah Teknik untuk menggambarkan logika proses bisnis dan aliran kerja untuk aktifitas. Activity diagram menggambarkan berbagai alir aktivitas dalam sistem yang sedang di rancangan [5], bagaimana masing-masing alir beraawal, *decision* yang mungkin terjadi, dan bagaimana mereka berakhir. Activity diagram juga dapat menggambarkan proses parallel yang mungkin terjadi pada beberapa eksekusi.

#### 3.2.1. Activity Diagram Upload KRS

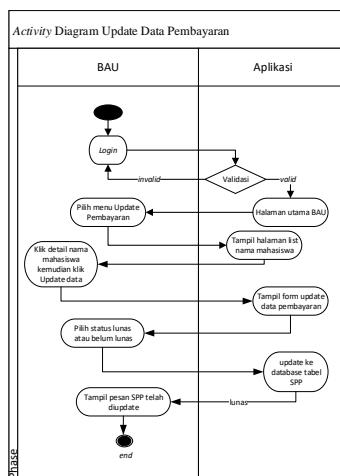
Activity diagram upload KRS (Gambar 4) merupakan aktivitas BAA dalam melakukan import data KRS yang berupa file excel. Data KRS merupakan hasil rekap dari seluruh mahasiswa yang telah menglakukan pengisian KRS pada awal semester.



Gambar 4. Activity Diagram Upload Data KRS

#### 3.2.2. Activity Diagram Update Status Pembayaran

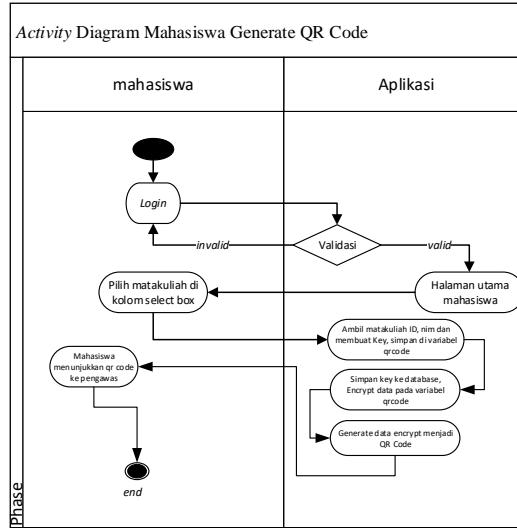
Activity Diagram update data status pembayaran mahasiswa dilakukan oleh BAU bagi mahasiswa yang telah melunasi syarat administrasi keuangan (Gambar 5).



Gambar 5. Activity Diagram Update Data Pembayaran

### 3.2.3. Activity Diagram Generate QR Code

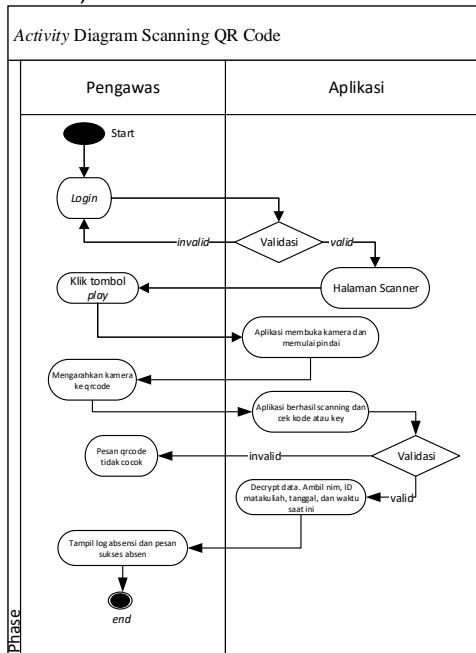
Activity diagram generate (pembentukan) QR Code dapat dilakukan mahasiswa yang telah melakukan KRS dan memenuhi syarat administrasi pembayaran. Pembentukan QR Code dilakukan sebelum mahasiswa mengikuti ujian dan harus sesuai dengan jadwal ujian yang telah dibuat oleh BAA (Gambar 6).



Gambar 6. Activity Diagram Mahasiswa Generate QR Code

### 3.2.4. Activity Diagram Scanner QR Code

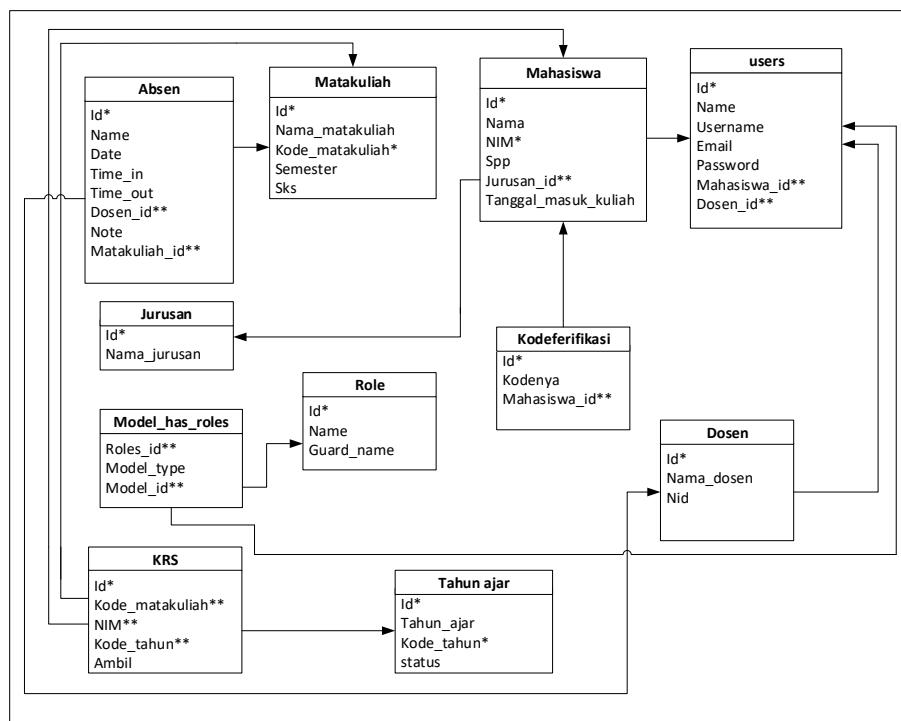
Activity diagram scanner (memindai) QR Code yang dibentuk oleh mahasiswa dilakukan oleh pengawas sebagai proses validasi peserta ujian yang sah berdasarkan data KRS dan syarat administrasi keuangan (Gambar 7).



Gambar 7. Activity Diagram Scanning QR Code

### 3.3. Relasi Antar Tabel

Pada tahap desain basis data ini terdapat beberapa tabel yang memiliki atribut dan saling berelasi antara satu sama lainnya. Gambar 8 berikut adalah diagram relasi antar table.



Gambar 8. Diagram Relasi Tabel

### 3.4. Implementasi

Tahap implementasi merupakan tahapan suatu aplikasi yang telah dirancang kemudian dioperasikan dalam keadaan yang sebenarnya. Sehingga melalui tahap ini aplikasi dapat diketahui kelayakan penggunaannya. Berikut adalah hasil dari implementasi dari aplikasi verifikasi peserta ujian dengan scanning QR Code

#### 3.4.1. Halaman Login

Halaman login dapat digunakan oleh semua user yang telah terdaftar pada aplikasi ini (Gambar 9). User dikelompokkan menjadi 4 (empat) kategori yaitu BAA, BAU, Pengawas dan Mahasiswa.

The screenshot shows the login interface with the following fields and options:

- Text input field for "E-Mail Address".
- Text input field for "Password".
- A checkbox labeled "Remember Me".
- A blue "Login" button.
- A link labeled "Forgot Your Password?".

Gambar 9. Tampilan Halaman Login

#### 3.4.2. Halaman List Mahasiswa

Pada halaman ini menampilkan daftar mahasiswa yang sudah terdaftar dan tersimpan dalam database. Pada halaman ini juga terdapat tombol “Edit” dan “Hapus” pada setiap data mahasiswa yang berguna untuk pengolahan data mahasiswa (Gambar 10).

The screenshot shows a web-based application interface titled 'ADMIN QR CODE'. On the left, there is a sidebar with navigation links: 'Dashboard', 'Management User', 'DAU', and 'MA'. The main content area is titled 'Data Mahasiswa' and displays a table of student records. A green banner at the top of the table area says 'Import Data (Has been uploaded successfully)'. The table has columns: ID, Nama Mahasiswa, NIM, Jurusan, Semester, SKS, and Tanggal Masuk Kelah. Below the table, there is a note: 'Note: - KRS selanjutnya merupakan metakuliah berulang pada pengajuan KRS - SKS selanjutnya merupakan metakuliah sesuai semester yang akan ditempuh'. At the bottom left is a blue 'Add Data' button.

ID	Nama Mahasiswa	NIM	Jurusan	Semester	SKS	Tanggal Masuk Kelah
2	Ahmad Fajur SDA	3216000	Teknik Informatika	2	semester	2019-04-01
1	Amin Budi Utomo	3216001	Teknik Informatika	1	semester	2019-04-01
5	Cedik Catur	3216010	Sistem informasi	1	semester	
10	Diki Syenita	3216004	Teknik Informatika	1	semester	2019-04-13
8	Ende Dwi Payanta	3216012	Sistem informasi	1	semester	
9	Hafiz Affanra	3216011	Teknik Informatika	6	semester	
4	Humang Ananta	3216001	Sistem informasi	2	semester	2019-04-01
6	Iqbal Tefi Mandian	3216010	Teknik Informatika	1	semester	
2	Yuda Al Mantana	3216002	Teknik Informatika	2	custom	2017-06-01

Gambar 10. Tampilan Halaman Daftar Mahasiswa

### 3.4.3. Halaman Import Data KRS

Pada halaman ini menampilkan form upload data rekap KRS dengan ketentuan jenis file yang diupload adalah \*.xlsx atau \*.xls serta kolom (*field*) nya harus sesuai ketentuan rancangan table KRS pada aplikasi (Gambar 11).

The screenshot shows a modal window titled 'Import Excel'. It has a 'Pilih file excel' section with a 'Choose File' button and a 'No file chosen' message. Below it is a 'Contoh Isi file' section with a note: 'File KRS harus berupa file excel berekstensi .xls atau.xlsx. Urutkan kolom data KRS sesuai gambar di bawah ini.' It also includes a note: 'Kolom 1: tahun ajaran, kolom 2: kode metakuliah, kolom 3: NIM, dan kolom ke 4: Ambil'. Underneath is a note: '1 pada kolom ambil yaitu 1 adalah ambil dan 0 adalah tidak'. A preview table shows four rows of data: 1. 2018-1 mka167 3216001 1; 2. 2018-1 mka196 3216002 1; 3. 2019-1 mka198 3216001 1; 4. 2018-1 mka199 3216001 1. At the bottom are 'Oke' and 'Import' buttons.

Gambar 11. Tampilan Halaman Import Data KRS

### 3.4.4. Halaman Detail KRS

Halaman ini menampilkan data detail KRS pada salah satu mahasiswa yang merupakan hasil dari proses *upload* data rekap KRS yang telah dijelaskan sebelumnya. Pada halaman ini juga terdapat tombol "show", "edit", dan "delete" yang digunakan untuk pengolahan data KRS salah satu mahasiswa (Gambar 12).

The screenshot shows a table titled 'Detail KRS atas nama Komang Artana | Teknik Informatika | 3216001'. The table has columns: Tahun Ajaran, MataKuliah, Kode MataKuliah, NIM, dan Aksi. The data is as follows:

Tahun Ajaran	MataKuliah	Kode MataKuliah	NIM	Aksi
2018-1	Matematika	MK112	3216001	No: <a href="#">edit</a> <a href="#">hapus</a>
2018-1	Fisika	MK111	3216001	No: <a href="#">edit</a> <a href="#">hapus</a>
2018-1	Pemrograman Web 1	MK110	3216001	No: <a href="#">edit</a> <a href="#">hapus</a>
2018-1	Matematika Diskrit	mk108	3216001	No: <a href="#">edit</a> <a href="#">hapus</a>
2018-1	Pemrograman Web 2	mk109	3216001	No: <a href="#">edit</a> <a href="#">hapus</a>
2018-1	Sistem Pakar	mk108	3216001	No: <a href="#">edit</a> <a href="#">hapus</a>

Gambar 12. Tampilan Halaman Detail KRS

#### 3.4.5. Halaman Data Pembayaran Mahasiswa

Halaman ini menampilkan data pembayaran biaya kuliah mahasiswa pada semester yang sedang berjalan. Selain itu juga pada halaman terdapat kolom yang menerangkan status pembayaran mahasiswa (Gambar 13).

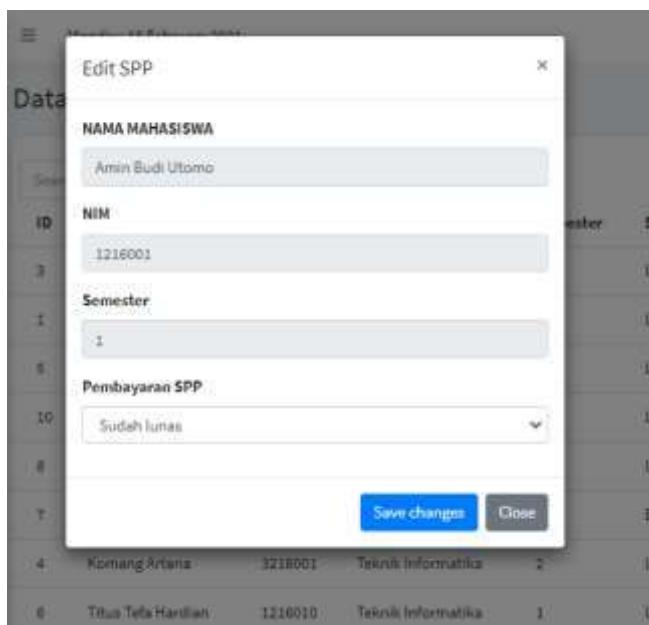
The screenshot shows a table titled 'Data SPP'. The table has columns: ID, Nama Mahasiswa, NIM, Jurusan, Semester, and SPP. The data is as follows:

ID	Nama Mahasiswa	NIM	Jurusan	Semester	SPP
3	Ahmad Fajru SBA	1216003	Sistem Informasi	2	Lunas
1	Amin Budi Utomo	1216001	Teknik Informatika	1	Lunas
5	Dedik Catur	3216010	Sistem Informasi	1	Lunas
10	Diki Syaputra	1216004	Teknik Informatika	1	Lunas
8	gusde dwi payana	3216012	Sistem Informasi	1	Lunas
7	Ketut Adibawa	1216011	Teknik Informatika	6	Belum Lunas
4	Komang Artana	3216001	Teknik Informatika	2	Lunas
6	Titus Tefra Hardian	1216010	Teknik Informatika	1	Lunas
2	Yuda Ari Wardana	1216002	Teknik Informatika	2	Lunas

Gambar 13. Tampilan Halaman Data Pembayaran Mahasiswa

#### 3.4.6. Halaman Update Status Pembayaran

Pada halaman update status pembayaran menampilkan data pembayaran setiap mahasiswa dan terdapat tombol "edit" yang selanjutnya digunakan untuk mengubah status pembayaran mahasiswa peserta ujian (Gambar 14).



Gambar 14. Tampilan Halaman Update Status Pembayaran

#### 3.4.7. Halaman Generate QR Code

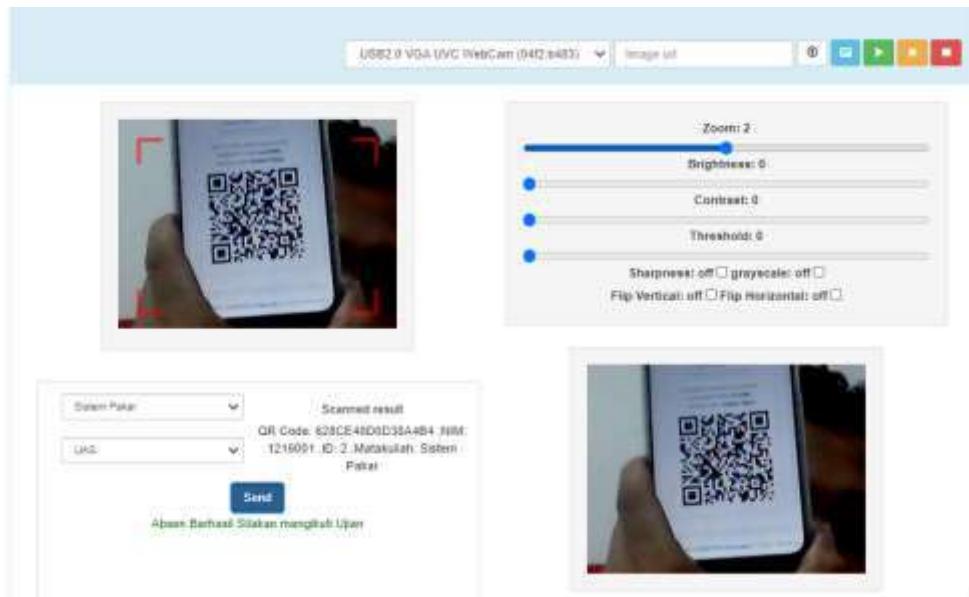
Halaman Generate QR Code dapat dilihat melalui akun *group user* mahasiswa dan dapat dilakukan oleh mahasiswa yang telah memenuhi syarat KRS dan administrasi keuangan. Mahasiswa memilih mata kuliah yang akan diikuti dalam ujian kemudian QR Code akan langsung terbentuk (Gambar 15). Data dari QR Code tersebut diantaranya Nomor Induk Mahasiswa (NIM) peserta ujian, beserta data matakuliah berdasar jadwal ujian yang telah dibuat.



Gambar 15. Tampilan Halaman Generate QR Code Mahasiswa

#### 3.4.8. Halaman Scanner QR Code

Pada halaman Scanner QR Code yang dilakukan oleh pengawas akan menampilkan rincian data yang tersimpan pada QR Code serta sekaligus memproses kehadiran peserta ujian dan disimpan dalam database (Gambar 16). Data yang disimpan dalam database berdasarkan hasil scanner QR Code diantaranya data mahasiswa yang mengikuti ujian, data mata kuliah yang ujiannya sedang berlangsung, waktu kehadiran peserta ujian, serta data pengawas ujian.



Gambar 16. Tampilan Halaman Scanning QR Code

### 3.4.9. Halaman Berita Acara Ujian

Halaman berita acara ujian dapat ditampilkan pada akhir waktu ujian yang berfungsi untuk menampilkan kumpulan data dari proses ujian (Gambar 17).

This screenshot shows the 'BERITA ACARA UJIAN TENGAH SEMESTER' page for the academic year 2021/2022. At the top, it lists the location: Jalan PG. Sudirman No. 15 Blok C Denpasar - Bali, Telp. 083-100-470-740, and the website: <http://www.stmikbandungbali.ac.id>. Below this, it displays the following information:

Kode Matakuliah	Nama Matakuliah
KO1101	Algoritma & Pemrograman
Dosen	Ir. Nyoman Emang Smerti, S.Kom., M.T.
Waktu	14.30 s/d 16.00 WITA
Pengawas	Ricak Agus Setiawan, ST., M.Eng.

Below this, it shows the total number of examinees (100), the date (22/02/2022), and the status of the examination (Berjalan). It also lists the subjects that did not pass (Matematika, Kalkulus, and Logika Matematika) and the subjects that passed (Sistem Pendidikan, Logika Matematika, and Pengantar Sistem Komputer). At the bottom, it shows the signatures of the professor (Ir. Nyoman Emang Smerti, S.Kom., M.T.) and the administrator (Ricak Agus Setiawan, ST., M.Eng.).

Gambar 17. Tampilan Halaman Berita Acara Ujian

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan Aplikasi Verifikasi Peserta Ujian Dengan Scanning QR Code ini maka menghasilkan kesimpulan diantaranya:

- a. Aplikasi verifikasi peserta ujian ini dapat membantu kinerja panitia ujian lebih efisien dalam memastikan peserta ujian yang sudah memenuhi syarat administrasi
- b. Melalui fasilitas scanning QR Code membantu mahasiswa menghemat waktu dalam melakukan proses absensi kehadiran ujian.
- c. Aplikasi verifikasi ini meningkatkan efektifitas pekerjaan pengolahan data administrasi dan penyelenggaraan ujian
- d. Dengan menggunakan aplikasi verifikasi ini mahasiswa tidak lagi mengalami kesalahan baik dalam mengikuti jadwal ataupun ruang tempat ujian yang harus diikuti.

Beberapa saran yang dapat diberikan antara lain:

- a. Pengembangan metode verifikasi tidak hanya terbatas pada scanning QR Code namun juga berdasarkan lokasi GPS untuk menghindari peluang kecurangan yang dilakukan peserta ujian.
- b. Perlu dikembangkan menjadi aplikasi mobile yang dapat digunakan berbagai platform seperti Android dan IOS.
- c. Perlu adanya pengembangan metode verifikasi baru bagi penyelenggaraan ujian yang bersifat daring (*online*)

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Tim Penyusun, "Buku Panduan Akademik 2018 STMIK Bandung Bali." <https://files.stmikbandungbali.ac.id/pedoman-akademik/mobile/index.html> (accessed Dec. 17, 2021).
- [2]. I. Sommerville, *Software engineering*. Pearson, 2011.
- [3]. G. W. Sasmito, J. T. Informatika, H. Bersama, J. Mataram, N. 09, and P. Lor, "Penerapan Metode Waterfall Pada Desain Sistem Informasi Geografis Industri Kabupaten Tegal," vol. 2, no. 1, 2017, [Online]. Available: <http://www.tegalkab.go.id>.
- [4]. L. Ali Muharom, "Penerapan Model Presensi Ujian Semester Berbasis Quick Response Code (QR Code) di Universitas Muhammadiyah Jember."
- [5]. F.- Sonata, "Pemanfaatan UML (Unified Modeling Language) Dalam Perancangan Sistem Informasi E-Commerce Jenis Customer-To-Customer," *Jurnal Komunika : Jurnal Komunikasi, Media dan Informatika*, vol. 8, no. 1, p. 22, Jun. 2019, doi: 10.31504/komunika.v8i1.1832.

## Implementasi Free Open Source Enterprise Resource Planning (ERP) Odoo Studi Kasus PMB STMIK Bandung

<sup>1</sup>Linda Apriyanti, <sup>2</sup>Ade Winarni

<sup>1</sup>STMIK Bandung, <sup>2</sup>Prodi TRPL, Politeknik Enjinering Indorama

<sup>1</sup> linda26linda04@gmail.com, <sup>2</sup> ade.winarni@pei.ac.id,

### Abstrak

*STMIK Bandung adalah perguruan tinggi yang setiap tahun melakukan proses penerimaan mahasiswa baru (PMB) di mana prosesnya di bantu oleh Front Office yang harus mampu menghendel banyaknya pendaftar dengan serangkaian kegiatan sampai dinyatakan lulus/ diterima sebagai mahasiswa, sehingga dalam prosesnya membutuhkan aplikasi yang dapat membantu proses PMB. Implementasi sistem ERP dilakukan untuk menunjang kegiatan PMB modul yang digunakan adalah customer relationship management (CRM) dan modul Acara untuk publikasi kegiatan, tahap di mulai dari penetuan permasalahan dan tujuan sampai dengan uji coba aplikasi. Dengan adanya sistem ERP Odoo ini, di harapkan PMB STMIK Bandung dapat meningkatkan efisiensi dalam hal pencatatan, analisa dan pelaporan penerimaan mahasiswa baru.*

**Kata Kunci :** ERP, CRM,Odoo,PMB,STMIKBandung

### Abstract

*STMIK Bandung is a university that annually conducts a new student admission process (PMB) where the process is assisted by the Front Office which must be able to handle the number of applicants with a series of activities until it is declared passed / accepted as a student, so in the process it requires an application that can assist the process. PMB. The implementation of the ERP system is carried out to support PMB activities. The modules used are customer relationship management (CRM) and the Events module for publication of activities, the stages starting from determining problems and objectives to application testing. With the Odoo ERP system, it is hoped that PMB STMIK Bandung can improve efficiency in terms of recording, analyzing and reporting new student admissions.*

**Keyword :** ERP, CRM,Odoo,PMB,STMIKBandung

## 1. PENDAHULUAN

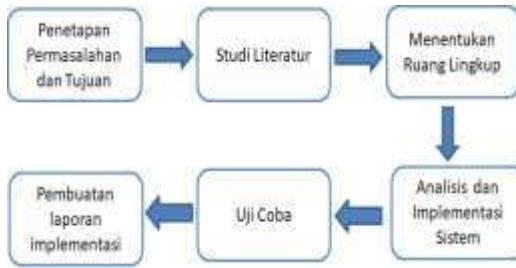
Perkembangan teknologi informasi hampir merata untuk segala bidang tidak terkecuali di bidang pendidikan. Perguruan Tinggi dalam mempertahankan eksistensinya harus terus terus melakukan upaya perbaikan dalam melayani kebutuhan civitas akademik. Seiring dengan perkembangan teknologi dan informasi yang pesat dalam bidang pendidikan juga mempunyai persaingan yang semakin ketat demi mendukungnya proses bisnis yang berjalan, terutama pada saat penerimaan mahasiswa baru pada setiap tahun ajaran.

Odoo merupakan sebuah sistem ERP berbasis open source yang termasuk popular saat ini, Odoo dibangun menggunakan teknologi framework open object yang memiliki kekuatan arsitektur MVC (*Model View Controller*), *workflow* atau alur kerja proses yang fleksibel serta memiliki GUI yang dinamis. Dengan sederet kelebihan dari Odoo dapat dijadikan solusi untuk proses bisnis perguruan tinggi terutama bisa di gunakan untuk menagani proses penerimaan mahasiswa baru.

STMIK Bandung adalah perguruan tinggi yang setiap tahun melakukan proses penerimaan mahasiswa baru (PMB) di mana prosesnya di lakukan oleh tim marketing yang harus mampu menghendel banyaknya pendaftar, dimana bukan hanya melakukan pendaftaran tetapi juga harus mengingatkan calon mahasiswa ketika waktu ujian saringan masuk, proses daftar ulang (melengkapi dokumen) dan pembayaran. Sehingga tim marketing membutuhkan aplikasi yang mampu memanage hal tersebut. Selain untuk mengingatkan calon mahasiswa untuk mengingatkan proses pendaftaran, manajemen juga membutuhkan laporan yang mampu menghasilkan keputusan untuk melakukan strategi promosi berdasarkan hasil laporan penerimaan mahasiswa baru, sehingga dengan adanya penerapan Odoo ini PMB STMIK Bandung dapat meningkatkan efisiensi dalam hal pengolahan data, analisa, pelaporan dan evaluasi penerimaan mahasiswa baru.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian digambarkan pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1 Metodelogi Penelitian

Tahap yang pertama adalah penetapan permasalahan dan tujuan, pada tahapan ini menetapkan masalah yang ada di STMIK Bandung khususnya dalam proses penerimaan mahasiswa baru (PMB). Tahap selanjutnya adalah studi literatur, pada tahap ini mungumpulkan informasi dan data yang akan digunakan untuk mengusulkan solusi terkait dengan permasalahan yang ada. Proses selanjutnya adalah menentukan ruang lingkup, penentuan ruang lingkup dilakukan dengan melalui wawancara dengan tim marketig STMIK Bandung dan hasilnya akan di lakukan proses implementasi ERP. Pada tahap analisis dan implementasi dimana menentukan modul yang sesuai dengan kebutuhan dari hasil wawancara kemudian menerapkannya sesuai ruang lingkupnya. Uji coba dilakuakn setelah proses implementasi selesai.

Data calon mahasiswa sebelumnya diolah dengan menggunakan aplikasi PMB online dan ms.excel, sehingga untuk mengetahui yang sudah melakukan daftar ulang dan yang belum masih dilakukan secara manual, begitu juga untuk mengetahui data yang akan melakukan tes masuk. Gambar 2 berikut contoh data yang selama ini diolah dengan menggunakan excel.

Calon Mahasiswa	Aturan Bayar Pendaftaran	Mengisi Formulir Pendaftaran	Ujian Saringan Masuk
Calon Mahasiswa	Aturan Bayar Pendaftaran	Mengisi Formulir Pendaftaran	Ujian Saringan Masuk
Mengetahui Kartu Mahasiswa	Menulis Bayar Uang	Melengkapi Dokumen	Pemeriksaan USM

Gambar 2. Data PMB STMIK Bandung

Dari permasalahan dan ruang lingkup yang telah ditetapkan, sehingga penulis memberikan masukan untuk menggunakan software ERP Odoo sebagai solusi. Modul yang di gunakan adalah modul *customer relationship management* (CRM). Adapun alur proses PMB yang berjalan saat ini adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Alur Penerimaan Mahasiswa Baru

Dari Gambar 3 di atas banyak proses yang saat ini masih di lakukan secara manual atau masih di input pada ms.excel, seperti terlihat pada tabel analisis gap di bawah ini.

No	Konten	PMB STMIK	Odoo	Keterangan
1.	Pengelolaan data calon mahasiswa	x	v	pengisian form data calon mahasiswa sebagai pengganti pencatatan pada ms.excel
2.	Reminder proses Ujian Saringan Masuk	x	v	terdapat reminder pada setiap data calon mahasiswa untuk tahapan USM
3.	Pengumuman hasil Ujian masuk	manual	web	publikasi hasil USM melalui Web
4.	Reminder proses melengkapi dokumen	x	v	terdapat reminder pada setiap data calon mahasiswa untuk tahapan melengkapi dokumen
5.	Reminder proses pembayaran	x	v	terdapat reminder pada setiap data calon mahasiswa yang belum melakukan proses pembayaran
6	Reminder proses pengambilan kartu mahasiswa	x	v	terdapat reminder pada setiap data calon mahasiswa untuk tahapan pengambilan kartu mahasiswa

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap hasil dan pembahasan akan menjelaskan mengenai setting dan konfigurasi yang dilakukan untuk menerapkan Sistem ERP Odoo di PMB STMIK Bandung, uji coba akan

dilakukan pada hasil setting dan konfigurasi. Bab ini juga menjelaskan mengenai uji coba yang dilakukan.

### 3.1. Setting dan Konfigurasi

Bagian ini menjelaskan setting dan konfigurasi yang dilakukan Sistem ERO Odoo terhadap system PMB STMIK Bandung saat ini.

#### 3.1.1 Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan oleh PMB STMIK saat ini dan spesifikasi kebutuhan perangkat keras untuk implementasi Odoo adalah sebagai berikut

No.	Perangkat	Spesifikasi PMB STMIK	Spesifikasi Minimum Odoo
1.	Prosesor	Intel(R) Core(TM) i3-2120 CPU @ 3.30GHz (4 CPUs)	Minimal 2 Core
2.	Hard Disk Drive	100 GB	25GB
3.	Memori	1932MB RAM	512MB RAM

#### 3.1.2 Perangkat Lunak

Berikut rincian perangkat lunak yang di butuhkan untuk implementasi Sistem ERP Odoo

No.	Perangkat Lunak	Spesifikasi PMB STMIK	Spesifikasi Minimum Odoo
1.	Sistem Operasi	Windows XP	Linux, Unix-like, OS X, Windows
2.	Browser	Google Chrome, Microsoft Edge	Mozilla 40.0, Google Chrome, Microsoft Edge

#### 3.1.3 Data

Seluruh data dari sistem PMB STMIK Bandung akan di inputkan ke dalam sistem ERP Odoo dan dijadikan sebuah database, data yang di pergunakan antara lain :

1. Data pendaftar calon mahasiswa
2. Data lulus ujian saringan masuk
3. Data yang lolos menjadi mahasiswa
4. Data yang tidak lolos menjadi mahasiswa

#### 3.1.3 Modul CRM

PMB menggunakan modul CRM untuk mengolah data calon mahasiswa sekaligus untuk reminder waktu ujian saringan masuk, reminder pembayaran, reminder pengambilan kartu mahasiswa. Untuk mulai memuat modul CRM dapat menjalankan menu Aplikasi kemudian pilih modul CRM (Gambar 4).



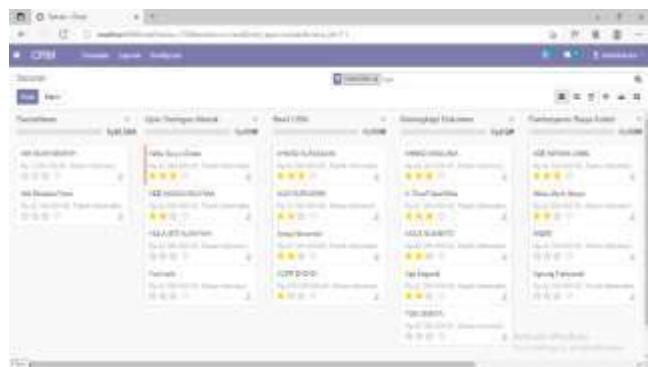
Gambar 4. Modul CRM

Modul customer relationship management (CRM) setelah dipasang akan menampilkan form seperti pada Gambar 5. Pada form awal menambahkan langkah/ tahapan proses penerimaan mahasiswa baru sesuai dengan kebutuhan PMB STMIK Bandung dengan tahapan:

1. Pendaftaran
2. Ujian Saringan masuk
3. Hasil USM

4. Melengkapi Dokumen
5. Pembiayaan Biaya Kuliah
6. Pengambilan Kartu mahasiswa

Setelah tahapan sesuai dengan kebutuhan PMB STMIK Bandung, proses selanjutnya adalah menginputkan data calon mahasiswa, seperti terlihat pada form Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Tampilan Modul CRM

Setiap kegiatan ada tanda waktu untuk menjadwalkan kegiatan yang harus dilakukan oleh calon mahasiswa, tim marketing tinggal mengakses icon xxx untuk mengatur jadwalnya, sehingga akan muncul tampilan seperti pada Gambar 6 berikut ini.



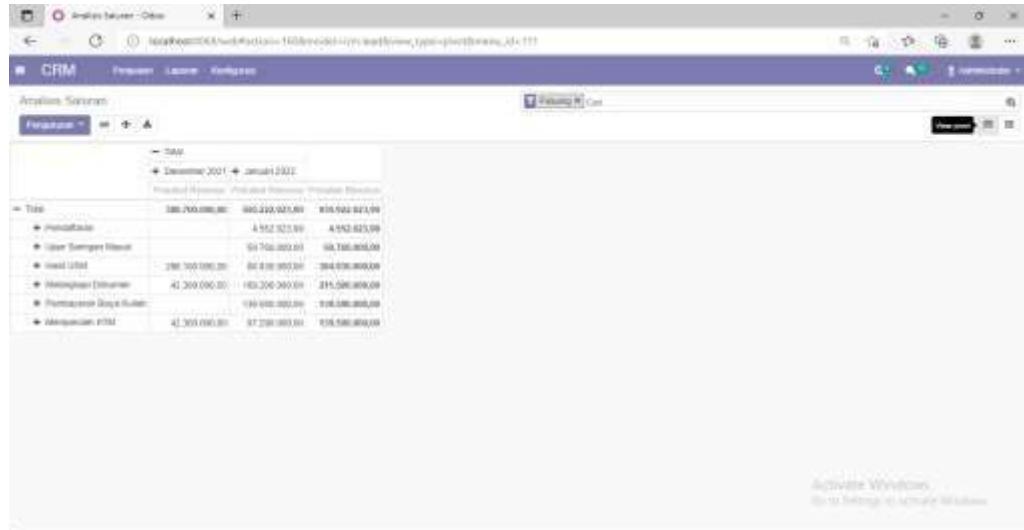
Gambar 6. Form Penambahan Reminder

Pada form reminder ini, tim marketing bisa menambahkan dan menjadwalkan kegiatan setiap calon mahasiswa. Form ini memberikan kemudahan kepada tim marketing sebagai pengelola untuk melihat kegiatan apa saja yang harus diingatkan kepada calon mahasiswa di setiap harinya.



Gambar 7. Form Laporan Menggunakan Chart

Laporan yang di hasilkan dari aplikasi ERP Odoo bisa menggunakan Chart dan juga bisa berdasarkan perkegiatan seperti terlihat pada Gambar 7 dan Gambar 8. Laporan sangat penting untuk mengetahui progress pelaksanaan penerimaan mahasiswa baru di STMIK Bandung.



Gambar 8. Form Laporan Perkegiatan

Proses publikasi kegiatan seperti jadwal ujian saringan masuk, hasil ujian dan pengambilan kartu mahasiswa bisa di umumkan lewat web dengan mengisi modul acara yang tersedia pada Odoo. Gambar 9 berikut adalah tampilan modul acara.

Registration	Date	Time	Location	Category	Status
STMIK Banteng	2021-02-12 09:00	09:00	STMIK Banteng	Ujian Saringan Masuk	Open
STMIK Banteng	2021-02-12 09:00	09:00	STMIK Banteng	Ujian Saringan Masuk	Open
Administrator	2021-02-12 09:00	09:00	Administrator	Ujian Saringan Masuk	Open

Gambar 9. Form Modul Acara

### 3.2. Uji Coba

Pengujian sistem merupakan salah satu tahapan yang diperlukan untuk mengetahui apakah sistem sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Dalam membangun sistem, penulis

menggunakan metode pengujian black box. Tujuan dari metode Black Box Testing adalah untuk menemukan kesalahan fungsi pada aplikasi dan menguji apakah fungsi-fungsi yang terdapat pada aplikasi sudah berjalan semestinya atau tidak. Berikut ini adalah hasil dari pengujian sistem:

Data Input	Cara Pengujian	Hasil yang diharapkan	Keterangan
input data calon mahasiswa	menginput,update, delete data calon mahasiswa	proses input,update dan delete data calon mahasiswa berhasil di lakukan	OK
menambahkan kegiatan reminder setiap calon mahasiswa	admin dapat menambahkan data kegiatan / reminder untuk setiap calon mahasiswa	proses input dan edit reminder untuk setiap calon mahasiswa berhasil di lakukan	OK
menghasilkan laporan kegiatan calon mahasiswa	untuk kegiatan setiap calon mahasiswa	aplikasi dapat menampilkan kebutuhan laporan kegiatan calon mahasiswa	OK
mempublikasikan acara / kegiatan	aplikasi dapat mempublikasikan acara PMB	dapat menginput kegiatan PMB yang akan tampil pada web acara PMB	OK

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan implementasi sistem Odoo pada PMB STMIK Bandung adalah sebagai berikut:

1. PMB STMIK Bandung memiliki dua proses bisnis utama yaitu pengolahan data penerimaan mahasiswa baru dan pengumuman informasi PMB.
2. Modul pada sistem Odoo yang digunakan untuk pengelolaan mahasiswa baru adalah modul CRM.
3. Modul yang digunakan untuk pengumuman informasi seperti jadwal ujian saringan masuk dan informasi lolos ujian saringan masuk menggunakan modul Acara
4. Sistem ERP Odoo sudah sesuai dengan kondisi bisnis dan dapat diterima oleh PMB STMIK Bandung, sehingga proses penerimaan mahasiswa baru lebih efektif.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. B. Wagner dan E. Monk, Enterprise Resource Planning, Cengage Learning EMEA, 2008.
- [2]. Odoo, “Open Source ERP and CRM | Odoo,” Odoo, [Online]. Available: <https://www.odoo.com/>.
- [3]. L. F. Motiwala, Enterprise Systems For Management. 2009.

- 
- [4]. Andi Sofia Karina, Konfigurasi Sistem ERP Odoo Pada Wholesale Tekstil : Studi Kasus UD.Mutiara Textile, ITS,2017.
  - [5]. Bagas Ananta Prakosa, Implementasi dan Konfigurasi Free Open Source Enterprise Resource Planning (ERP) Odoo 9.0c : Studi Kasus UD.Morodadi, ITS,2017.

## Perancangan Sistem Informasi Penjadwalan Matakuliah Menggunakan Algoritma Genetika

**Halimil Fathi, M.Kom**  
Prodi TRPL, Politeknik Enjinering Indorama  
halimil.fathi@pei.ac.id

### Abstrak

Algoritma Genetika merupakan suatu algoritma pencarian yang bertujuan dalam mencari solusi pada suatu masalah yang meniru mekanisme genetika alam yaitu menemukan susunan gen yang terbaik dalam mahluk hidup. Pada permasalahan yang terjadi yaitu sulitnya menentukan penjadwalan matakuliah yang tepat sesuai dengan kesiapan waktu dosen dalam mengajar, selain itu proses pembuatannya masih manual sehingga sulitnya mengelola data penjadwalan kuliah. maka dibuat analisis dan perancangan Sistem informasi penjadwalan perkuliahan dengan Algoritma Genetika dalam proses penentuan jadwal perkuliahan. pada bidang akademik serta memudahkan staff akademik, dosen dan mahasiswa dalam mengakses penjadwalan matakuliah. proses tahapan algoritma genetic diantaranya mencari Fungsi Fitness, Proses seleksi, proses crossover dan proses mutasi. Output dari perancangan sistem penjadwalan matakuliah ini merupakan lapisan dari kromosom yang terdiri dari matakuliah, waktu kuliah, dosen dan ruang kuliah yang berbeda satu sama lainnya sehingga penjadwalan matakuliah jadi lebih efektif.

**Kata Kunci:** Perancangan Penjadwalan Matakuliah, Algoritma Genetik

### Abstract

*Genetic Algorithm is a search algorithm that aims to find a solution to a problem that imitates natural genetic mechanisms, namely finding the best gene arrangement in living things. The problem that occurs is that it is difficult to determine the appropriate course scheduling in accordance with the readiness of the lecturer's time in teaching, besides that the manufacturing process is still manual so that it is difficult to manage lecture scheduling data. then made an analysis and design of a lecture scheduling information system with Genetic Algorithm in the process of determining the lecture schedule. in the academic field and make it easier for academic staff, lecturers and students to access course scheduling. The process of genetic algorithm stages include finding the fitness function, selection process, crossover process and mutation process. The output of the design of this course scheduling system is a layer of chromosomes consisting of different courses, lecture times, lecturers and lecture rooms so that the course scheduling becomes more effective.*

**Keyword:** Class Scheduling Design, Genetic Algorithm

## 1. PENDAHULUAN

Penjadwalan kuliah adalah pengalokasian kegiatan Perkuliahan yang terdiri dari mata kuliah, dosen pengampu, kelompok mahasiswa, dan ruangan ke dalam tabel waktu yang terdiri dari hari perkuliahan dalam satu minggu dan rentang waktu perkuliahan selama satu hari [1].

Politeknik Enjinering Indorama (PEI) dalam penyusunan jadwal matakuliah dalam kegiatan belajar terdapat beberapa aspek yang berkaitan dengan penjadwalan tersebut diantaranya dosen pengampu, mata kuliah, ruangan, waktu / jam dan hari yang harus disesuaikan dengan kebijakan masing-masing program studi sehingga terjadi pembuatan jadwal matakuliah yang selalu berbenturan dengan matakuliah satu dengan lainnya diantara jenis matakuliah praktikum yang menggunakan laboratorium dan teori yang menggunakan ruangan [2]. Sehingga dalam pembuatan jadwal perkuliahan yang dilakukan secara manual dalam pengelahan datanya sangat tidak efisien dan menghabiskan banyak waktu.

Algoritma Genetika merupakan suatu algoritma pencarian yang bertujuan dalam mencari solusi pada suatu masalah yang meniru mekanisme genetika alam yaitu menemukan susunan gen yang terbaik dalam mahluk hidup [3]. Pada permasalahan yang terjadi yaitu sulitnya menentukan penjadwalan matakuliah yang tepat sesuai dengan kesiapan waktu dosen dalam mengajar, selain itu proses pembuatannya masih manual sehingga sulitnya mengelola data penjadwalan kuliah. maka dibuat analisis dan perancangan Sistem informasi penjadwalan perkuliahan dengan Algoritma Genetika dalam proses penentuan jadwal perkuliahan. pada bidang akademik serta memudahkan staff akademik, dosen dan mahasiswa dalam mengakses penjadwalan matakuliah secara otomatis sehingga dapat menyusun penjadwalan perkuliahan sesuai dengan batasan dan syarat yang telah ditentukan oleh masing-masing program studi dalam penyelenggaraan perkuliahan diantaranya yaitu :

1. Setiap pengajar hanya mengajar satu matakuliah dalam satu waktu;
2. Setiap dalam satu ruangan hanya ada satu matakuliah yang dapat berlangsung dalam satu waktu tertentu;
3. Setiap ruangan memiliki keterbatasan kapasitas daya tampung mahasiswa.

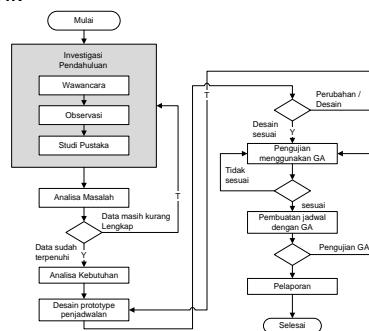
Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dalam perancangan sistem penjadwalan matakuliah menggunakan metode *Algoritma Genetik* di Politeknik Enjinering Indorama.

## 2. TUJUAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengefisienkan waktu dalam pembuatan jadwal matakuliah serta memudahkan admin (staff akademik) politeknik enjinering indorama untuk membuatkan jadwal kuliah sehingga tidak ada benturan pada matakuliah dan dosen pengampu dalam pengajarnya. serta memberikan informasi penjadwalan matakuliah pada mahasiswa, dosen.

## 3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yang dilakukan dan digambarkan melalui alur proses Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Alur Kerangka Penelitian

### 3.1 PENGUMPULAN DATA

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data dengan menggunakan metode Wawancara, Observasi dan studi pustaka untuk menggali pada proses pembuatan jadwal matakuliah yang dilakukan di bagian akademik ataupun di sekretaris prodi.

### 3.2 STUDI PUSTAKA

Pada tahapan studi pustaka dapat dilakukan dalam pengumpulan teori dan informasi dari hasil jurnal penelitian, paper ilmian dan buku literature yang mendukung dalam penelitian. Serta pada bagian ini mengkaji tentang konsep Alogrithma Genetika, pada Algoritma Genetika akan digunakan dalam Analisis dan perancangan pada penjadwalan matakuliah.

### 3.3 ANALISIS KEBUTUHAN

#### a) Analis Dan Perancangan

Sebagian besar proses penjadwalan perkuliahan di Prodi Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak masih menggunakan dengan cara manual yaitu menggunakan Microsoft Excel. Apabila masing menggunakan cara tersebut akan berdampak pada pekerjaan lain selain penjadwalan matakuliah, misalnya waktu yang dibutuhkan dalam menyusun jadwal (*timing*).

#### b) Analisis Permasalahan

Masalah yang akan dibahas melalui penelitian ini adalah bagaimana prodi dapat mengatur jadwal matakuliah tanpa bentrok sehingga dapat digunakan selama 1 semester. Pada masalah ini sangat sulit untuk diselesaikan karena suatu proses penjadwalan diperlukan *hard constraint* dan *soft constraint* [4].

*Hard constraint* disebut juga hard requirement, merupakan salah satu kebutuhan dari suatu penjadwalan yang jika dilanggar, maka akan mengakibatkan penjadwalan yang dibentuk tidak dapat digunakan. Sehingga *hard constraint* prioritas utama yang harus dipenuhi dalam menyusun jadwal kuliah. Dapat dijabarkan sebagai berikut :

- 1) Satu ruang hanya dapat digunakan oleh satu matakuliah di hari dan jam tertentu
- 2) Satu dosen hanya dapat mengajar satu matakuliah di hari dan jam yang sama.
- 3) Matakuliah untuk satu semester tertentu tidak boleh berda di jam yang sama kecuali untuk matakuliah yang sama dan dosen yang berbeda.
- 4) Jumlah matakuliah di dalam satu semester yang sama tidak boleh lebih dari 3 di hari yang sama.
- 5) Dosen mengajar dalam sehari tidak boleh lebih dari 3 matakuliah.

*Soft constraint* disebut juga *soft requerment* merupakan salah satu persyaratan dalam penjadwalan jika syarat ini tidak dipenuhi, penjadwalan dapat terus dilakukan, ini merupakan kebijakan yang sudah diputuskan oleh prodi. Contoh soft constraint adalah dosen luar dapat memilih jam mengajar yang diinginkan.

Penjadwalan matakuliah dipengaruhi oleh beberapa komponen yang terdiri atas :

1. Kelompok Dosen;
2. Kelompok matakuliah;
3. Kelompok Kurikulum;
4. Kelompok Ruang kelas
5. Kelompok Ruangan Laboratorium;
6. Kelompok waktu.

Berikut Gambar 2 Faktor yang mempengaruhi penjadwalan matakuliah.



**Gambar 2.** Komponen yang mempengaruhi Penjadwalan matakuliah

### 3.4 Penerapan Penjadwalan Matakuliah Menggunakan GA (*Genetic Algorithm*)

Pada tahap ini penulis melakukan penyusunan jadwal matakuliah dengan menggunakan Alogirtma Genetika, hal yang harus dapat dilakukan yaitu mempresentasikan matakuliah kedalam bentuk yang bisa di mengerti oleh Algoritma Genetika yang terdapat kata kunci *Gen*, *Allele*, *Kromosom*, *populasi* [5], sehingga diterapkan kepada penjadwalan matakuliah dapat dijabarkan sebagai berikut (Tabel 1).

**Tabel 1.** Penerapan Algoritma Genetika dalam Penjadwalan Mata Kuliah

Kata Kunci	Keterangan
GEN	Adalah variable dasar yang membentuk suatu kromosom. Dalam GA, Gen ini bisa bernilai biner, float, integer dan karakter. Dalam penjadwalan GEN mewakali Hari, Jam dan Ruangan untuk kelas perkuliahan
ALLELE	Adalah nilai dari suatu GEN bisa berupa biner, float, integer, maupun karakter. Dalam penjadwalan Allele merepresentasi dari kelas Matakuliah, Ruang Kelas, Waktu dan Dosen
KROMOSOM	Merupakan sebuah individu yang dibentuk oleh sekumpulan gen, atau gabungan dari gen-gen yang dibentuk arti tertentu. Dalam penjadwalan kromosom terbentuk dari jadwal matakuliah dalam satu minggu
POPULASI	Merupakan kelompok individu, dalam penjadwalan matakuliah, populasi merupakan kumpulan dari jadwal matakuliah
KAWIN SILANG (Crossover)	Merupakan perkawinan induk untuk menghasilkan individu baru dengan gen yang berbeda dengan induknya
MUTASI	Merupakan perubahan gen pada penjadwalan matakuliah yang menghasilkan individu yang baru
GENERASI	Merupakan satuan siklus dari proses evolusi
FITNES	Merupakan suatu nilai yang menentukan suatu kualitas dari sebuah kromosom atau individu pada jadwal matakuliah.

#### 3.4.1 Tahapan Algoritma Genetika

Tahapan dari GA (*Algorithm Genetics*) terdiri dari beberapa tahapan berikut ini (Lawrence 1991) :

- Inisialisasi populasi

- b. Evaluasi populasi
- c. Memilih anggota populasi yang terbaik untuk membentuk sebuah populasi baru atau disebut dengan proses seleksi
- d. Membentuk kromosom baru dengan rekombinasi dan mutasi
- e. Evaluasi kromosom yang baru dan memasukkan kedalam populasi
- f. Jika memenuhi kriteria termination, proses berhenti dan mengembalikan kromosom terbaik, jika belum maka kembali ke tahap kedua

### 3.5 Prototype Perancangan Jadwal Matakuliah menggunakan

Pada tahapan perancangan jadwal matakuliah akan dilakukan pembuatan desain *prototype* berupa tampilan antarmuka (*interface*) pengguna menggunakan Adobe XD UI/UX. Pada desain *prototype* ini menggunakan metode *Rapid Application Development* (RAD) [6]. RAD adalah suatu pendekatan berorientasi objek terhadap pengembangan system yang mencakup suatu metode pengembangan para perangkat lunak kedall (2010).



**Gambar 3.** Fase Rapid Application Development (RAD)

Terdapat tiga fase dalam RAD yang melibatkan pengalih dan pengguna dalam tahap penilaian, perancangan dan penerapan, adapun ketiga fase tersebut adalah :

- 1) *Requirements Planning* (Perencanaan syarat-syarat);
- 2) *Design Workshop* (Workshop Desain);
- 3) *Implementation* (Implementasi).

### 3.6 Perancangan Sistem Penjadwalan

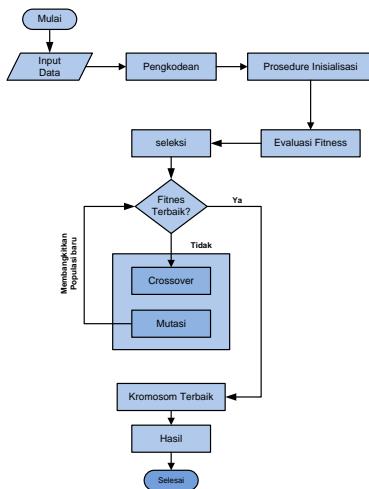
Pada perancangan sistem metode yang digunakan untuk merancang sistem ini dari data-data yang dianalisa dengan tujuan untuk menyederhanakan suatu proses atau aliran data.

Dalam perancangan terhadap model dan merancang bangun sistem ini meliputi :

- a. Perancangan model sistem, merupakan gambaran atau rencana alur proses dari sistem yang akan dibangun. Perancangan Penjadwalan matakuliah menggunakan UML (*Unified Modelling Language*)
- b. Perancangan database, merupakan tahapan untuk memetakan model Konseptual ke model basis data yang akan di implementasikan kedalam *RDBMS MySQL* terdiri dari perancangan *Entity Relationship Diagram* (ERD)
- c. Perancangan struktur Menu Utama, yang digunakan untuk memberikan gambaran terhadap fitur / fungsi pada sistem yang dibangun berdasarkan percangan pada ERD.
- d. Perancangan antar muka (*interface*) untuk mempermudah komunikasi antara pengguna (user) dengan sistem. Dalam perancangan interface yaitu bagaimana menciptakan tampilan yang baik dan mudah di mengerti oleh pengguna menggunakan *Adobe XD (UI/UX)*. Sebelum ke interface menggunakan bahasa pemrograman yang akan digunakan menggunakan Aplikasi *Desktop*.

### 3.6.1 Flowchart Algoritma Genetika

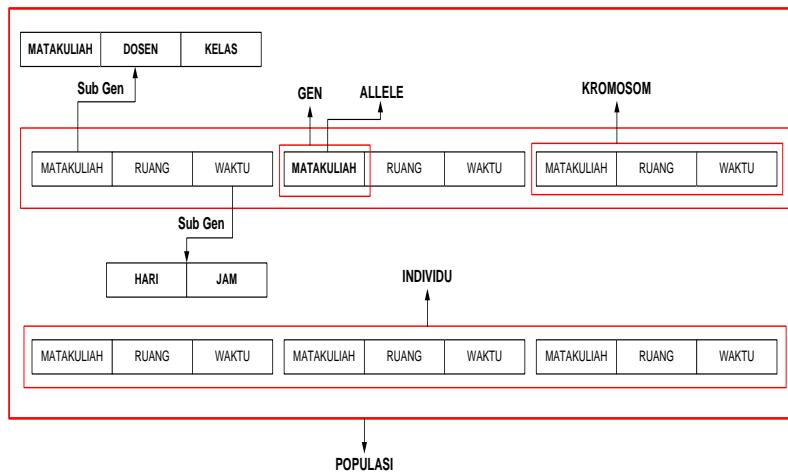
Proses awal dapat dilakukan yaitu membangun populasi awal, evaluasi, fitness, seleksi, crossover dan mutasi [7], bisa dilihat pada diagram siklus algoritma genetika yang akan di terapkan pada penjadwalan matakuliah sebagai berikut :



**Gambar 4.** Flowchart Algoritma Genetika

### 3.6.2 Model Genetika

Komponen dalam perancangan penjadwalan matakuliah digambarkan dalam skema pada Gambar 5 sebagai berikut.



**Gambar 5.** Model Genetik

Pada penerapan komponen pada model genetika tersebut menggambarkan populasi [8] dari perancangan matakuliah dengan keterangan sebagai berikut :

1. Matakuliah, Dosen, Hari, Ruang dan Waktu dikodekan sebagai gen, sehingga pada model genetik disebut gen Matakuliah, gen Ruang dan gen Waktu
2. Matakuliah, Dosen dan Kelas dikodeken sebagai sub gen, sehingga pada model genetic disebut gen matakuliah mempunyai sub gen matakuliah, sub gen Dosen dan sub gen kelas, sedangkan pada gen waktu memiliki sub gen hari dan sub gen jam.
3. Kromosom yaitu jumlah gen, yaitu satu kromosom atau individu terdiri dari gen matakuliah, gen ruang dan gen waktu yang telah berpasangan dengan sub gen dosen sebagai pengampu matakuliah pada gen matakuliah, dan sub gen hari, sub gen jam pada gen waktu.

4. Gabungan gen yang bersatu membentuk kromosom, yang selanjutnya dari beberapa kromosom yang sejenis akan membentuk suatu individu yang disebut dengan populasi.

### 3.6.2.1 Komponen Penjadwalan Matakuliah

Pada perancangan jadwal matakuliah memerlukan komponen data untuk mempermudah pengorganisasian data kedalam perancangan sistem penjadwalan matakuliah. Komponen tersebut selanjutnya akan bertindak sebagaiid ata masukan bagi perancangan sistem penjadwalan matakuliah. Komponen penjadwalan disusun dalam bentuk daftar tabel yang terdiri dari, Data Matakuliah, Data Ruang Kelas, Data Ruang Kelas dan Data Waktu Kuliah. Keempat komponen tersebut merupakan dasar dalam proses perancangan Penjadwalan matakuliah.

#### 1) Daftar Matakuliah

Daftar matakuliah berisikan nama matakuliah dandode matakuliah, semester, SKS, Teori, Praktikum, Menit dan jam yang akan diampu berdasarkan dosen untuk setiap matakuliahnya, daftar matakuliah ditunjukkan pada Tabel 2.

**Table 2. Data Matakuliah**

KODE	MATA_KULIAH	SMTR	SKS
SE105	pengantar teknologi informasi & komunikasi	1	2
SE107	sistem operasi	1	3
SE101	algoritma & pemrograman	1	3
SE102	aljabar linier	1	2
SE104	komunikasi data & jaringan komputer	1	3
GC101	bahasa inggris 1 (vocab)	1	2
SE103	kalkulus	1	2
SE106	praktek magang dty 1	1	1

#### 2) Daftar Waktu Kuliah

Pada daftar waktu kuliah berisi dengan alokansi waktu yang disediakan dalam kegiatan perkuliahan. Pada alokasi waktu yang terdiri dari waktu awal dan waktu akhir perkuliahan dan waktu istirahat.

Secara umum waktu mengajar di politeknik enjinering Indorama dimulai dari pukul 08:00 s.d 17:00 dalam 5 hari kerja yaitu hari senis s.d jumat, dan khusus untuk hari jumat terdapat waktu kosong pada pukul 11.50 s.d 13:00 dikarenakan adanya aktivitas peribadahan (sholat jumat). Dafatar waktu kuliah terdiri dari dua data yaitu data hari dan jam. Daftar waktu kuliah untuk data hari ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Daftar Data Hari**

Id_Hari	Nm_Hari
1	SENIN
2	SELASA
3	RABU
4	KAMIS
5	JUMAT
6	SABTU

Untuk daftar waktu kuliah untuk data jam dapat ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Daftar waktu kuliah untuk data jam**

IdJam	JamAwal	jamAkhir
1	08:00	08:50
2	09:00	09:50

3	10:00	10:50	
4	11:00	11:50	
5	12:00	12:50	
6	13:00	13:50	
7	14:00	14:50	
8	15:00	15:50	
9	16:00	16:50	

### 3) Daftar Ruang Kuliah

Pada daftar ruang kuliah terdiri dari nama ruang untuk dapat digunakan dalam kegiatan kuliah berlangsung. Sebagai contoh data dalam penelitian ini yaitu dipergunakan data Rekayasa Teknologi Perangkat Lunak yang terdiri dari 4 ruang kuliah dengan pengkodean yang berbeda. Daftar ruang perkuliahan ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Daftar Ruang Kuliah**

Kd_Ruangan	Nm_Ruangan	Jenis	Jml_Kapasitas
R001	RUANG KELAS B5	Teori	30
R002	RUANG KELAS B7-LAB KOMPUTER	Laboratorium	30
R003	RUANG KELAS B8-LAB KOMPUTER	Laboratorium	30
R004	VOCATIONAL CENTER-DTY	Laboratorium	30

#### 3.6.2.2 Pembentukan Kromosom

Kromosom merupakan gambaran permasalahan yang akan dicarikan solusinya. kromosom terbentuk dari gen-gen dengan susunan tertentu.

##### a) Pembentukan Gen dari Kode waktu dan ruang

Kromosom terbentuk dari gabungan gen-gen dengan susunan tertentu. Gen terbentuk dari gabungan pada kode waktu dan ruangan kelas seperti pada Tabel 6.

**Tabel 6. Pembentukan Gen dari Kode waktu dan kode Ruangan Kelas**

Id_Waktu	Hari	Waktu		Teori (T)	Praktikum (P)	Menit	Jam	Ruang
		Jam Awal	Jam Akhir					
1	SENIN	08:00	10:50	1	1	170	02:50	B8
2	SENIN	08:00	10:50	1	1	170	02:50	B5
3	SENIN	08:00	12:00	0	2	240	04:00	B7
4	SENIN	11:00	11:50	1	0	50	00:50	B8
5	SENIN	13:00	13:50	1	0	50	00:50	B7
6	SENIN	13:00	15:50	1	1	170	02:50	B5
7	SENIN	13:00	16:40	0	2	240	04:00	B8
8	SENIN	14:00	16:40	1	1	170	02:50	B7
9	SELASA	08:00	12:00	0	2	240	04:00	B7
10	SELASA	08:00	12:00	0	2	240	04:00	B8
11	SELASA	08:00	12:00	0	2	240	04:00	B5
12	SELASA	13:00	13:50	1	0	50	00:50	B7
13	SELASA	13:00	13:50	1	0	50	00:50	B8
14	SELASA	13:00	13:50	1	0	50	00:50	B5
15	SELASA	14:00	15:40	2	0	100	01:40	B5
16	SELASA	14:00	16:40	1	1	170	02:50	B7

b) Pembentukan Kromosom

Kromosom pada perancangan penjadwalan matakuliah dibentuk dari susunan gen mata kuliah yang akan diwakili, panjang kromosom adalah banyaknya Gen yang dapat dibentuk oleh jumlah matakuliah yang akan dijadwalkan dari menentukan Populasi (matakuliah, Ruang, Waktu). Sehingga masing-masing kromosom memiliki 4 gen.

**Tabel 7. Pembentukan Kromosom**

Kromosom [1]	[SE105,B8,1]	[SE107,B8,4]	[SE101,B8,7]	[SE304,B8,10]
Kromosom [2]	[SE102,B5,15]	[SE104,B7,17]	[SE104,B7,20]	[GC101,B5,23]
Kromosom [3]	[SE106,DTY,27]	[GC301,B2,2]	[SE305,B5,5]	[SE101,B7,3]
Kromosom [4]	[SE301,B5,18]	[SE301,B5,21]	[SE303,B7,25]	[SE303,B7,28]

**3.6.2.3 Fungsi Fitnes**

Pada kasus penjadwalan matakuliah jumlah pelanggaran semakin kecil maka solusi yang dihasilkan semakin baik. Pada setiap pelanggaran yang terjadi akan diberikan nilai 1. Nilai fitness supaya tidak terjadi nilai tak terhingga maka jumlah total pada pelanggaran akan ditambahkan 1.

$$F = \frac{1}{1 + (\sum Bdm + \sum Brk + \sum Wds)}$$

Keterangan :

Bdm = Banyaknya bentrok dosen & mata kuliah

Brk = Banyaknya bentrok ruang yang digunakan

Wds = banyaknya waktu dosen yang dilanggar

Dari batasan yang digunakan dalam pembuatan penjadwalan matakuliah ini adalah

- 1) Satu ruang hanya dapat digunakan oleh satu matakuliah di hari dan jam tertentu
- 2) Satu dosen hanya dapat mengajar satu matakuliah di hari dan jam yang sama.
- 3) Matakuliah untuk satu semester tertentu tidak boleh berada di jam yang sama kecuali untuk matakuliah yang sama dan dosen yang berbeda.
- 4) Jumlah matakuliah di dalam satu semester yang sama tidak boleh lebih dari 3 di hari yang sama.
- 5) Dosen mengajar dalam sehari tidak boleh lebih dari 3 matakuliah.

Hasil dari contoh berikut akan menghasilkan nilai fitness sebagai berikut :

$$\begin{aligned}F Kromosos 1 &= \frac{1}{1 + (0 + 0 + 2)} = 0.33 \\F Kromosos 2 &= \frac{1}{1 + (0 + 1 + 0)} = 0.5 \\F Kromosos 3 &= \frac{1}{1 + (1 + 1 + 0)} = 0.33 \\F Kromosos 4 &= \frac{1}{1 + (0 + 1 + 0)} = 0.5\end{aligned}$$

**3.6.2.4 Proses Seleksi**

a. Penyusunan nilai *Fitness*

Pembentukan atau penyusunan pada kromosom pada populasi baru dilakukan dengan menggunakan metode seleski roulette-wheel. Pada kromosom yang memiliki nilai fitness lebih besar akan menempati pada potongan lingkaran yang lebih besar dibandingkan dengan kromosom yang bernilai fitness rendah.

**Tabel 8. Nilai Fitness**

Kromosom	Nilai Fitness
1	0.33
2	0.5
3	0.33
4	0.5
<b>Total Fitness</b>	<b>1.66</b>

b. Menghitung Probabilitas Kromosom

Pada langkah kedua ini yaitu menghitung probabilitas pada setiap kromosom dengan cara membagi nilai fitness pada setiap kromosom dengan nilai total fitness.

**Tabel 9. Probabilitas Kromosom**

Kromosom	Nilai Fitness
1	0.33/1.66 = 0.2
2	0.5/1.66 = 0.3
3	0.33/1.66 = 0.2
4	0.5/1.66 = 0.3
<b>Total Fitness</b>	<b>1</b>

c. Penempatan Nilai Interval

Pada tahapan ini yaitu menempatkan pada masing-masing kromosom pada interval nilai [0 – 1]. Dalam menentukan susunan pada populasi baru dari hasil seleksi yang dibangkitkan dengan secara acak (random) Antara nilai [0 – 1].

**Tabel 10. Nilai Interval**

Kromosom	Nilai Fitness
1	0 - 0.2
2	0.3 - 0.5
3	0.6 - 0.7
4	0.8 - 1

Misalkan pada bilangan yang akan dibangkitkan adalah [0,33; 0,10; 0,64, dan 0,42] maka akan terbentuk susunan kromosom populasi baru hasil seleksi sebagai berikut :

Kromosom [1]	[SE102,B5,15]	[SE104,B7,17]	[SE104,B7,20]	[GC101,B5,23]
Kromosom [2]	[SE105,B8,1]	[SE107,B8,4]	[SE101,B8,7]	[SE304,B8,10]
Kromosom [3]	[SE301,B5,18]	[SE301,B5,21]	[SE303,B7,25]	[SE303,B7,28]
Kromosom [4]	[SE106,DTY,27]	[GC301,B2,2]	[SE305,B5,5]	[SE101,B7,3]

### 3.6.2.5 Proses Crossover

Terbentuknya kromosom baru dari hasil crossover dan mutasi, kemudian akan dipilih dua *parents* (orangtua) dengan secara acak dari kromosom terbaik, kromosom yang sudah terpilih akan dikenakan proses crossover yaitu digabungkan dari kromosom induk pertama dengan bagian kromosom induk kedua. Pembangkitan bilangan acak (random) menentukan posisi titik potong yaitu ( 1 – N ). Dimana N merupakan jumlah gen dalam satu kromosom. Misalkan pada contoh

nilai untuk kromosom 1 dan 3 kurang dari PC (Probabilitas Crossover) dengan bilangan yang ditetapkan secara acak (random)

Kromosom [1]	[SE102,B5,15]	[SE104,B7,17]	[SE104,B7,20]	[GC101,B5,23]
Kromosom [3]	[SE301,B5,18]	[SE301,B5,21]	[SE303,B7,25]	[SE303,B7,28]

Hasil silang dari kedua kromosom tersebut yaitu :

Fitnes Kromosom 1 sesudah pindah silang

$$F \text{ Kromosos 1} = \frac{1}{1 + (0 + 1 + 1)} = 0.33$$

Fitness nkromosom 3 sesudah pindah silang

$$F \text{ Kromosos 3} = \frac{1}{1 + (0 + 0 + 1)} = 0.5$$

### 3.6.2.6 Proses Mutasi

Mutasi yang digunakan yaitu pemilihan nilai secara acak untuk gen yang termutasi. Mutasi pada gen di kromosom diproses berdasarkan probabilitas mutas yang sudah diatur. Untuk proses mutasi dilakukan pada jadwal yang bentrok saja. Untuk gen yang dimutasi yaitu gen ruang, hari dan jam. Dengan melakukan random pada nilai ruang, hari dan yang belum terjadwalkan. Sehingga menghasilkan susunan kromosom baru sebagai berikut :

Kromosom [1]	[SE301,B5,18]	[SE301,B5,21]	[SE303,B7,25]	[SE303,B7,28]
Kromosom [2]	[SE106,DTY,27]	[GC301,B2,2]	[SE305,B5,5]	[SE101,B7,3]
Kromosom [3]	[SE105,B8,1]	[SE107,B8,4]	[SE101,B8,7]	[SE304,B8,10]
Kromosom [4]	[SE102,B5,15]	[SE104,B7,17]	[SE104,B7,20]	[GC101,B5,23]

Dari kromosom terbaik dengan nilai fitness terbaik akan digunakan sebagai penjadwalan matakuliah yang akan digunakan, sesuai dengan matakuliah yang di ampu oleh dosen dapat dilihat pada gambar berikut ini :

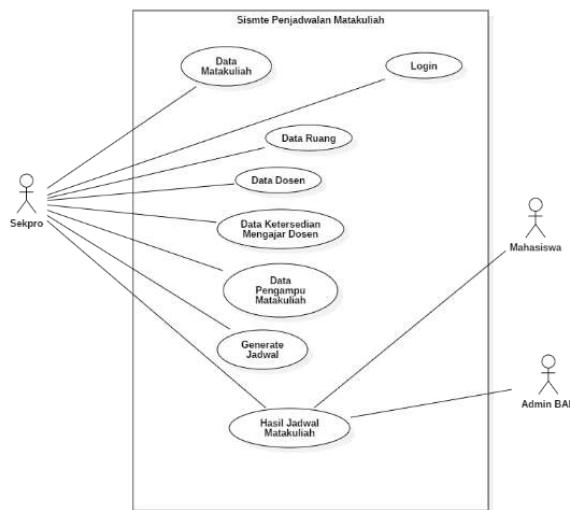
No	Hari	Semester	Jam	Akhir	Kode MK	Mata Kuliah	SKS	T	P	Menit	jam	Dosen	Ruang	
1	SENIN	-	09.00	10.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	2	1	1	179	07.30	Rizal Agus Setiawan, S.T., M.Si	B6	
2	SENIN	-	11.00	11.50	SE301	SYSTEM OPERASI	3	1	0	50	09.50	Halim Fathi, M.Kom	88	
3	SENIN	-	13.00	17.00	SE301	SYSTEM OPERASI	3	0	2	140	04.00	Halim Fathi, M.Kom	88	
4	SENIN	-	13.00	17.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	2	1	1	179	07.30	Rizal Agus Setiawan, S.T., M.Si	B6	
5	SENIN	-	13.00	17.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	2	1	1	179	07.30	Rizal Agus Setiawan, S.T., M.Si	B6	
6	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	2	1	1	179	07.30	Rizal Agus Setiawan, S.T., M.Si	B6	
7	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	0	2	208	04.00	Ade Wijaya, M.T.	87	
8	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
9	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
10	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
11	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
12	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
13	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
14	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
15	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
16	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
17	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
18	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
19	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
20	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
21	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
22	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
23	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
24	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
25	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
26	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
27	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
28	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
29	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
30	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
31	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
32	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
33	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
34	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
35	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
36	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
37	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
38	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
39	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
40	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
41	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
42	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
43	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
44	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
45	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
46	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
47	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
48	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
49	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
50	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
51	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
52	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
53	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
54	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
55	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
56	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
57	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
58	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
59	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
60	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
61	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
62	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
63	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
64	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
65	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
66	SENIN	-	13.00	13.50	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
67	SENIN	-	09.00	12.00	SE301	PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI SIKLUM	3	1	0	50	09.50	Ade Wijaya, M.T.	87	
68</td														

### 3.6.3 Perancangan Sistem Penjadwalan Matakuliah

Pada tahapan ini terdiri dari 3 (tiga) bagian diantaranya yaitu, perancangan proses, perancangan data dan perancangan user interface.

#### 3.6.3.1 Pemodelan Proses

Pada pemodelan proses penjadwalan yang digambarkan dengan menggunakan *Use Case diagram*, yang menggambarkan keterlibatan *actor* dan *use case* terhadap sistem penjadwalan dan yang akan di simpan pada aplikasi penjadwalan matakuliah proses pemodelan sistem penjadwalan matakuliah dapat dilihat pada gambar berikut ini :

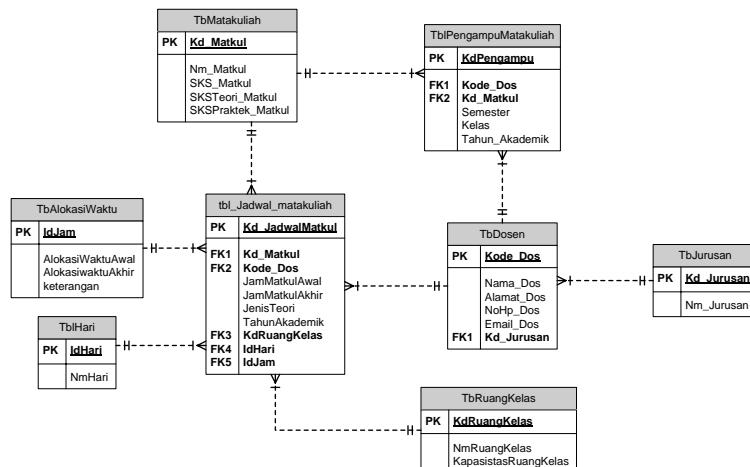


**Gambar 7. Use Case Diagram Penjadwalan Matakuliah**

#### 3.6.3.2 Pemodelan Data

Pada perancangan pemodelan data ini berupa perancangan secara konseptual (*Entity Relationship Diagram*) yang akan digunakan untuk penyimpanan data kedalam Database pada proses perancangan penjadwalan matakuliah dan mempermudah dalam pengelolaan data yaitu Data Dosen, Data Matakuliah, Data Kelas, Data Ruang Kelas, data sebaran pengampu matakuliah dan Data Waktu perkuliahan dapat dilihat pada Gambar 8.

a) Perancangan Database Konseptual ERD (Entity Relationship Diagram)



**Gambar 8. Perancangan Database ERD (Entity Relationship Diagram)**

b) Perancangan Database Fisik

1. Nama table : TbJurusan  
Primary key : Kd\_Jurusan

Struktur File

Nama Field	Tipe	Pajang Field	Keterangan
Kd_Jurusan	Varchar	5	PK
Nm_Jurusan	Char	90	

2. Nama table : TbDosen

Primary key : Kd\_Dosen

Struktur File

Nama Field	Tipe	Pajang Field	Keterangan
Kd_Dosen	Varchar	5	PK
Nm_Dosen	Char	90	
JK_Dosen	Char	10	
NoHP_Dosen	Char	15	
Email_Dosen	Char	120	

3. Nama table : TbMatakuliah

Primary key : Kd\_Matkul

Foreign Key : Kd\_Jurusan

Struktur File

Nama Field	Tipe	Pajang Field	Keterangan
Kd_Matkul	Varchar	5	PK
Nm_Matkul	Char	120	
SKS_Matkul	Integer		
SKSTeori_Matkul	Integer	15	
SKSPraktek_Matkul	Integer	120	
Semester	Integer		
Kd_Jurusan	Varchar	5	FK

4. Nama table : TbRuangKelas

Primary key : Kd\_Ruangkelas

Struktur File

Nama Field	Tipe	Pajang Field	Keterangan
Kd_Ruangkelas	Varchar	5	PK
NmRuangKelas	Char	120	
KapasitasRuangkelas	Integer		

5. Nama table : TbPengampuMatakuliah  
 Primary key : KdPengampu  
 Foreign Key : Kode\_Dosen, Kd\_Matakuliah  
 Struktur File

Nama Field	Tipe	Pajang Field	Keterangan
<b>KdPengampu</b>	Varchar	<b>5</b>	<b>PK</b>
Kode_Dos	Varchar	5	FK
Kd_Matkul	Varchar	5	FK
Semester	Integer		
Kelas	Char	60	
Tahun_Akademik	Varchar	10	

6. Nama table : TbHari  
 Primary key : IdHari  
 Struktur File

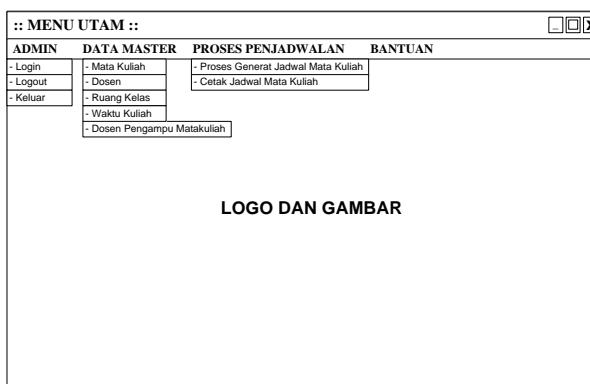
Nama Field	Tipe	Pajang Field	Keterangan
<b>IdHari</b>	Varchar	<b>5</b>	<b>PK</b>
NmHari	Varchar	80	FK

7. Nama table : TbAlokasiWaktu  
 Primary key : IdJam  
 Struktur File

Nama Field	Tipe	Pajang Field	Keterangan
<b>IdJam</b>	Varchar	<b>5</b>	<b>PK</b>
AlokasiWaktuMulai	DateTime		Hh:mm
AlokasiWaktuAkhir	DateTime		Hh:mm

### 3.6.3.3 Pemodelan dan Perancangan User Interface

Pada perancangan sistem penjadwalan matakuliah terdapat satu form menu utama yang terdiri dari Data master, data proses penjadwalan mata kuliah, login, logout dan keluar menu utama, berikut ini Gambar 9 Menu Utama.



Gambar 9. Rancangan Form Menu Utama

Form menu data master form menu untuk menginputkan data-data yang diperlukan dalam proses pembuatan penjadwalan yang terdiri dari, Form input mata kuliah, form input dosen, form input ruang kelas, form input waktu kuliah, dan form input dosen pengampu matakuliah.

1) perancangan input

a. Form Data Mata Kuliah

Perancangan ini di fungsikan sebagai form input data mata kuliah dapat dilihat pada Gambar 10.

Gambar 10. Form Input Data Mata Kuliah

b. Form Data Dosen

Perancangan ini difungsikan sebagai form input data dosen dapat dilihat pada Gambar 11.

Gambar 11. Form Input Data Dosen

c. Form Data Waktu Kuliah

Perancangan ini di fungsikan sebagai form input data waktu kuliah dapat dilihat pada Gambar 12.

Gambar 12. Form input data Waktu Kuliah

d. Form Data Ruang Kelas

Perancangan ini difungsikan sebagai form input data Ruang Kelas dapat dilihat pada Gambar 13.

The form titled ':: INPUT DATA RUANG KELAS ::' contains sections for 'Data Waktu Kuliah' and 'Data Mata Kuliah'. The 'Data Waktu Kuliah' section includes fields for Kode Ruang, Nama Ruang, and Kapasitas, with corresponding input boxes. Below these are four buttons: Tambah, Simpan, Hapus, and Keluar. The 'Data Mata Kuliah' section is a table with columns for Kode, Nama Ruangan, and Jumlah Kapasitas, containing three rows of data.

Gambar 13. Form input data Ruang kelas

e. Form Pengampu Matakuliah

Perancangan ini difungsikan sebagai form input data pengampu matakuliah dapat dilihat pada Gambar 14.

The form titled ':: INPUT DATA DOSEN PENGAMPU ::' contains sections for 'Data Dosen Pengampu' and 'Data Dosen Pengampu Matakuliah'. The 'Data Dosen Pengampu' section includes fields for Id Pengampu, Nama Dosen, Tahun Akademik, Semester, and Mata Kuliah, with corresponding input boxes and dropdown menus. Below these are four buttons: Tambah, Simpan, Hapus, and Keluar. The 'Data Dosen Pengampu Matakuliah' section is a table with columns for Kode Matakuliah, Tahun Akademik, Nama Dosen, Nama Matakuliah, SKS, Teori, Praktikum, and Semester, containing three rows of data.

Gambar 14. Form Input Data Dosen Pengampu

2) Perancangan proses

Dalam perancangan dari data input kemudian diproses untuk menjadikan suatu informasi, adapun data yang dijadikan sebagai pemrosesan adalah sebagai berikut

a. Form Pembuatan Jadwal matakuliah

Perancangan ini difungsikan sebagai form proses dalam pembuatan jadwal mata kuliah dengan data-data yang telah diinputkan sebelumnya dengan menggunakan parameter genetika yaitu jumlah populasi, Generasi, crossover dan mutasi, sehingga perancangan sistem penjadwalan mata kuliah dapat dilihat pada Gambar 15 :

Data Jadwal Matakuliah											
No	Hari	Waktu Awal	Waktu Akhir	Kode Matakuliah	Nama Matakuliah	SKS	T	P	Menit	Dosen	Ruang

Gambar 15. Proses Pembuatan Jadwal Matakuliah

3) Perancangan output

Perancangan output merupakan rancangan dari data-data yang telah diproses sehingga menjadi suatu informasi. Berikut informasi keluaran yang dapat dihasilkan dari perancangan sistem penjadwalan mata kuliah dapat dilihat pada Gambar 16.

Data Jadwal Matakuliah											
No	Hari	Waktu Awal	Waktu Akhir	Kode Matakuliah	Nama Matakuliah	SKS	T	P	Menit	Dosen	Ruang

Gambar 16. Cetak Jadwal Matakuliah

No	Hari	Semester	Waktu		Kode MK	Nama Kuliah	SKS	T	P	Menit	Dosen	Ruang
			Awal	Akhir								
1	SENIN	1	09.00	09.50	SE101	PENGANTAR TEKNOLOGI INFORMASI KOMPUTER	2	1	1	170	02.30	Rivali Andi Setiawan, S.T., M.Si
2	SENIN	1	11.00	11.50	SE107	SISTEM OPERASI	3	1	0	50	02.30	Halimil Fathi, M.Kom
3	SENIN	1	12.00	12.50	SE109	SISTEM OPERASI	3	0	2	160	04.00	Halimil Fathi, M.Kom
4	SENIN	1	13.00	13.50	SE110	SISTEM OPERASI	2	1	1	170	02.30	Rivali Andi Setiawan, S.T., M.Si
5	SENIN	1	14.00	14.50	SE102	SISTEM TERSTRUKURIS	3	0	2	160	02.30	Rivali Andi Setiawan, S.T., M.Si
6	SENIN	1	15.00	15.50	SE103	BAHASA INGGRIS 2 (TEKNIK)	2	1	1	170	02.30	Wulan Ayu Indriani, M.Si
7	SENIN	1	16.00	16.50	SE104	DATA MINING	3	0	2	160	02.30	Halimil Fathi, M.Kom
8	SENIN	1	17.00	17.50	SE105	ALGORITMA & PEMROGRAMAN	2	1	1	170	02.30	Halimil Fathi, M.Kom
9	SENIN	1	18.00	18.50	SE106	ASURANSI & PEMBAGAMAN	2	2	0	100	01.40	Putri Mukherji, M.Kom
10	SENIN	1	19.00	19.50	SE107	ALUMINUM UNIK	2	2	0	100	01.40	Putri Mukherji, M.Kom
11	SENIN	1	20.00	20.50	SE108	PERROGRAMASI WEB 1 (PHONE EME)	3	0	2	160	04.00	Pukhamanud Nugraha, M.Eng
12	SENIN	1	21.00	21.50	SE109	PERROGRAMASI WEB 1 (PHONE EME)	3	1	0	50	02.30	Pukhamanud Nugraha, M.Eng
13	SENIN	1	22.00	22.50	SE110	ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP)	3	0	2	160	04.00	Pukhamanud Nugraha, M.Eng
14	SENIN	1	23.00	23.50	SE111	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
15	SENIN	1	24.00	24.50	SE112	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
16	SENIN	1	25.00	25.50	SE113	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
17	SENIN	1	26.00	26.50	SE114	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
18	SENIN	1	27.00	27.50	SE115	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
19	SENIN	1	28.00	28.50	SE116	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
20	SENIN	1	29.00	29.50	SE117	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
21	SENIN	1	30.00	30.50	SE118	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
22	SENIN	1	31.00	31.50	SE119	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
23	SENIN	1	32.00	32.50	SE120	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
24	SENIN	1	33.00	33.50	SE121	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
25	SENIN	1	34.00	34.50	SE122	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
26	SENIN	1	35.00	35.50	SE123	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
27	SENIN	1	36.00	36.50	SE124	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
28	SENIN	1	37.00	37.50	SE125	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
29	SENIN	1	38.00	38.50	SE126	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
30	SENIN	1	39.00	39.50	SE127	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
31	SENIN	1	40.00	40.50	SE128	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
32	SENIN	1	41.00	41.50	SE129	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
33	SENIN	1	42.00	42.50	SE130	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
34	SENIN	1	43.00	43.50	SE131	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
35	SENIN	1	44.00	44.50	SE132	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
36	SENIN	1	45.00	45.50	SE133	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
37	SENIN	1	46.00	46.50	SE134	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
38	SENIN	1	47.00	47.50	SE135	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
39	SENIN	1	48.00	48.50	SE136	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
40	SENIN	1	49.00	49.50	SE137	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
41	SENIN	1	50.00	50.50	SE138	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
42	SENIN	1	51.00	51.50	SE139	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
43	SENIN	1	52.00	52.50	SE140	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
44	SENIN	1	53.00	53.50	SE141	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
45	SENIN	1	54.00	54.50	SE142	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
46	SENIN	1	55.00	55.50	SE143	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
47	SENIN	1	56.00	56.50	SE144	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
48	SENIN	1	57.00	57.50	SE145	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
49	SENIN	1	58.00	58.50	SE146	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
50	SENIN	1	59.00	59.50	SE147	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
51	SENIN	1	60.00	60.50	SE148	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
52	SENIN	1	61.00	61.50	SE149	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
53	SENIN	1	62.00	62.50	SE150	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
54	SENIN	1	63.00	63.50	SE151	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
55	SENIN	1	64.00	64.50	SE152	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
56	SENIN	1	65.00	65.50	SE153	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
57	SENIN	1	66.00	66.50	SE154	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
58	SENIN	1	67.00	67.50	SE155	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
59	SENIN	1	68.00	68.50	SE156	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
60	SENIN	1	69.00	69.50	SE157	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
61	SENIN	1	70.00	70.50	SE158	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
62	SENIN	1	71.00	71.50	SE159	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
63	SENIN	1	72.00	72.50	SE160	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
64	SENIN	1	73.00	73.50	SE161	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
65	SENIN	1	74.00	74.50	SE162	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
66	SENIN	1	75.00	75.50	SE163	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
67	SENIN	1	76.00	76.50	SE164	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
68	SENIN	1	77.00	77.50	SE165	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
69	SENIN	1	78.00	78.50	SE166	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
70	SENIN	1	79.00	79.50	SE167	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
71	SENIN	1	80.00	80.50	SE168	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
72	SENIN	1	81.00	81.50	SE169	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
73	SENIN	1	82.00	82.50	SE170	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
74	SENIN	1	83.00	83.50	SE171	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
75	SENIN	1	84.00	84.50	SE172	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
76	SENIN	1	85.00	85.50	SE173	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
77	SENIN	1	86.00	86.50	SE174	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
78	SENIN	1	87.00	87.50	SE175	PERROGRAMASI WEB 2 (PHONE EME)	2	1	0	100	02.30	Adi Wijaya, M.T
79	SENIN	1	88.00	88.50	SE176							

#### 4. KESIMPULAN

##### 4.1. Kesimpulan

Pada perancangan penjadwalan matakuliah dengan menggunakan Algoritma genetika hanya sampai dengan tahapan Desin (*system specification*) dan hasil analisis (*System specification*) dalam pembuatan penjadwalan menjadi efektif dan efisien serta tidak ada jadwal yang bentrok. Dalam penelitian ini komponen dalam perancangan penjadwalan matakuliah yaitu Dosen, matakuliah, hari, ruang kelas dan waktu perkuliahan yang dikodekan sebagai gen, kromosom yang terdiri dari seluruh gen dalam penjadwalan matakuliah, populasi yang terdiri dari beberapa kromosom.

##### 4.2. Saran

Pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan lagi dengan mengimplementasikan kedalam aplikasi web programing atau desktop sehingga dapat di terapkan dalam perkuliahan serta memberikan informasi terhadap mahasiswa dan dosen.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. D. Putranto, E. Utami, and A. Sunyoto, “Perancangan Sistem Penjadwalan Ujian Menggunakan Algoritma Genetika Pada STMIK Amikom Purwokerto,” *Telematika*, vol. 10, no. 2, pp. 106–120, 2017.
- [2] D. K. Adhi, *Aplikasi Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus : Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar (PGSD) Universitas Sanata Dharma)*. 2016.
- [3] Denny Setiawan, “Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika Di Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara,” pp. 1–129, 2020.
- [4] I. Hidayat, S. Revo, L. Inkiriwang, and P. A. K. Pratasis, “Optimasi Penjadwalan Menggunakan Metode Algoritma Genetika Pada Proyek Rehabilitasi Puskesmas Minanga,” *J. Sipil Statik*, vol. 7, no. 12, pp. 1669–1680, 2019.
- [5] A. M. i K. wana permana bayu kadek, “Sistem Penjadwalan Matakuliah Otomatis Dengan Algoritma Genetika,” *Sist. Penjadwalan Matakuliah Otomatis Dengan Algoritma Genet.*, pp. 2013–2015, 2021.
- [6] K. N. Iskandar, *MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA ( Studi Kasus : SMK Trimulia Jakarta ) Skripsi Oleh Kurnia Nur Iskandar MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA ( Studi Kasus : SMK Trimulia Jakarta ) Skripsi Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer*. 2017.
- [7] A. T. Saud, D. W. Nugraha, and A. Y. E. Dodu, “Sistem Penjadwalan Perkuliahan Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus Pada Jurusan Teknologi Informasi Fakultas Teknik Universitas Tadulako),” *J. Ilm. Mat. Dan Terap.*, vol. 14, no. 2, pp. 242–255, 2017, doi: 10.22487/2540766x.2017.v14.i2.9026.
- [8] S. Erary, B. Irawan, and Ilhamsyah, “APLIKASI JADWAL PERKULIAHAN DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA MENGGUNAKAN VISUAL BASIC.NET (Studi Kasus: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam),” *Coding J. Komput. dan Apl. Untan*, vol. 02, no. 3, pp. 30–39, 2014.

## Networking Data Kelistrikan Untuk Audit Energi Kelistrikan Workshop Teknologi Listrik

**Dani Usman, Sarosa Castrena Abadi, Yuda Muhammad Hamdani**  
Prodi Teknologi Listrik, Politeknik Enjinering Indorama  
e-mail: dani.usman@pei.ac.id

### Abstrak

Sistem SCADA untuk audit energi kelistrikan di workshop Teknologi Listrik terdiri dari RTU dan MTU. Di dalam RTU yang dibentuk dari sensor arus PZEM-04T dan NodeMCU 8622, terjadi proses komunikasi menggunakan Modbus RTU dan Modbus TCP/IP. Kualitas transfer data pada RTU dan antara RTU dengan MTU akan sangat mempengaruhi kualitas traffic data dalam sistem SCADA. Kualitas transfer data di RTU dimonitoring melalui serial monitor aplikasi IDE Arduino. Kualitas traffic data antar RTU dan MCU dipantau melalui proses QoS yaitu pengukuran Throughput, Packet Loss dan Delay dengan menggunakan aplikasi wireshark. Hasil pengujian didapatkan data bahwa komunikasi antara PZEM-04T dan NodeMCU terhubung dengan baik. Proses QoS komunikasi data RTU dengan MTU didapatkan data RTU line 3 menunjukkan hasil yang paling tinggi yaitu 742 Kb/s dan memberikan delay masih lebih dari 16 ms. Hal ini menunjukkan bahwa sistem SCADA yang dibangun masih belum dapat digunakan untuk automasi tipe protection tetapi sudah sangat handal jika digunakan untuk automasi tipe *real time monitoring*.

**Kata kunci:** SCADA, Modbus TCP/IP, PZEM-04T, Wireshark, QoS.

### Abstract

The SCADA system for auditing electrical energy at the Electrical Technology workshop consists of RTU and MTU. Inside the RTU which is formed from the PZEM-04T current sensor and NodeMCU 8622, the communication process occurs using Modbus RTU and Modbus TCP/IP. The quality of data transfer on the RTU and between the RTU and MTU will greatly affect the quality of data traffic in the SCADA system. The quality of data transfer in the RTU is monitored through the serial monitor of the Arduino IDE application. The quality of data traffic between RTU and MCU is monitored through a QoS process, namely throughput, Packet Loss and Delay measurements using the Wireshark application. The test results show that the communication between PZEM-04T and NodeMCU is well connected. The QoS process of RTU data communication with MTU data obtained from RTU line 3 shows the highest result, which is 742 Kb/s and gives a delay of more than 16 ms. This shows that the SCADA system that was built still cannot be used for protection type automation but is already very reliable if used for real time monitoring type automation.

**Keywords:** SCADA, Modbus TCP/IP, PZEM-04T, Wireshark, QoS.

## 1. PENDAHULUAN

Politeknik Enjinering Indorama khususnya program studi Teknologi Listrik merupakan lembaga yang dikelola oleh Yayasan Indorama yang termasuk dalam jajaran manajemen PT Indo-Rama Synthetics, merasa berkewajiban untuk membantu dalam upaya pemanfaatan energy yang efektif dan efisien sehingga mampu menekan biaya energi yang sangat diperlukan saat ini sebagai dampak dari pandemic Covid-19. Efektivitas dan efisiensi energi yang dimaksud dapat dilakukan dengan menerapkan suatu sistem yang dapat memonitor penggunaan energi secara otomatis dan berkelanjutan di Politeknik Enjinering Indorama. Sistem yang dimaksud adalah sistem SCADA Audit Energi Listrik berbasis Raspberry-Pi [1].

Pada awalnya jaringan komunikasi sistem SCADA didesain untuk menggunakan bandwidth yang kecil yaitu sekitar 3 KHz, menggunakan modem analog dan protocol yang spesifik. Hal ini menyebabkan dalam perawatannya memerlukan keterampilan seorang spesialis dan ketika diperlukan konfigurasi ulang maka harus dilakukan pengkabelan kembali yang akan menimbulkan banyak kerugian dari segi waktu dan biaya. Dengan perkembangan bisnis di masa sekarang dan yang akan datang khususnya dalam bidang *substation automation* dan *remote management*, modem analog akan segera digantikan dengan modem digital [2].

Salah satu solusi agar sistem SCADA tetap dapat digunakan untuk saat ini dan masa yang akan datang adalah dengan melakukan migrasi dari *Electrical Power Network SCADA System* ke *TCP/IP and Ethernet networking*. Jaringan SCADA harus mampu menjamin komunikasi antara RTU dan MTU selalu tersedia ketika dibutuhkan dengan delay dan variasi yang sangat kecil. Kemampuan tersebut kemudian harus ditambahkan dengan teknologi baru sehingga memberikan peningkatan kinerja yang tinggi dengan biaya sangat murah [2].

TCP/IP menawarkan kapabilitas bandwidth yang tinggi dan imunitas dari interferensi elektromagnetik. TCP/IP telah menjadi standar dunia secara *de facto* untuk data dalam jaringan. Dengan menerapkan QoS yang menjamin *traffic connection-oriented* maka kebutuhan jaringan komunikasi dalam SCADA dapat terpenuhi dengan menggunakan TCPI/IP [3].

Permasalahan yang muncul adalah bagaimana menerapkan sistem komunikasi Modbus TCP/IP pada sistem SCADA Audit Energi Listrik berbasis Raspberry-Pi di workshop Teknologi Listrik PEI. *Traffic Analysis* dan *network performance* juga merupakan permasalahan selanjutnya yang penting untuk dikaji.

Waktu tunda dalam pengiriman pesan sistem SCADA merupakan faktor penting yang harus sangat diperhatikan. Karena data yang telat terkirim akan menyebabkan kesalahan sistem yang sangat fatal. Terdapat tiga tipe kebutuhan waktu tunda dalam sistem SCADA. Tabel 1, menjelaskan kebutuhan waktu dan penerapan untuk masing-masing tipe.

**Tabel 1.** Kebutuhan waktu tunda dalam pengiriman pesan sistem SCADA [4].

Type	Delivery delay	Applications
Protection	3 ~ 16 ms	Trip, Closing, Reclosing
Real-time monitoring	16 ~ 100 ms	State reporting
Low-speed	≥ 100 ms	file transferring

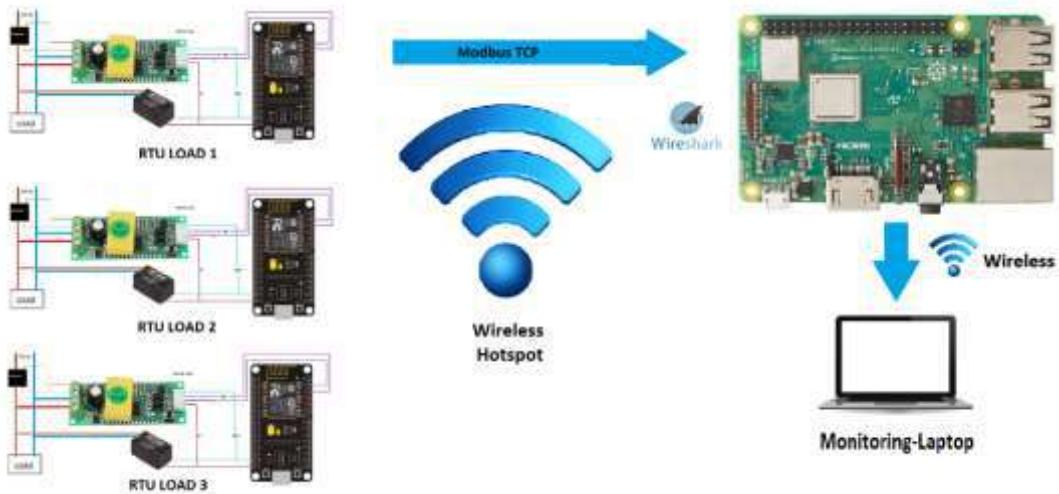
Berdasarkan permasalahan tersebut maka penelitian ini perlu dilakukan untuk membuat prototype system yang dapat menerapkan sistem komunikasi Modbus TCP/IP pada sistem SCADA Audit Energi Listrik berbasis Raspberry-Pi yang memenuhi kebutuhan waktu tunda sehingga monitoring penggunaan listrik di workshop elektro Politeknik Enjinering Indorama dapat dilakukan untuk menghasilkan data yang akurat dan real time.

## 2. METODE PENELITIAN

Gambar 1 mengambarkan skema komunikasi mengenai penelitian yang akan dibuat. Perangkat yang dirancang secara umum memiliki 2 bagian utama, yaitu: modul RTU (*Remote Transfer Unit*) dan modul MTU (*Master Transfer Unit*). Modul RTU berfungsi sebagai perangkat yang mengirimkan data *voltage*, *current*, *active power*, *power factor* dan *frequency* dari sensor ke

MTU [5]. Modul MTU berfungsi sebagai perangkat yang mengumpulkan data dari RTU untuk selanjutnya diproses sesuai keperluan seperti ditampilkan ke display HMI [6].

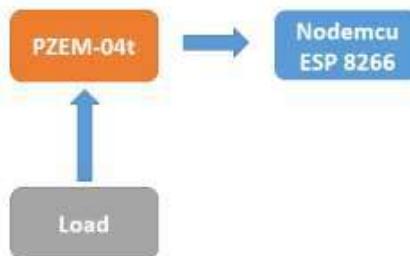
Data dari *Load line 1*, *line 2* dan *line 3* akan dibaca menggunakan jalur komunikasi serial RS485. Kemudian pada lapisan aplikasi dengan menggunakan protocol Modbus RTU data dikomunikasikan ke perangkat ESP 8266 yang berperan sebagai Modbus gateway. Data *Modbus RTU* yang telah didapatkan oleh *gateway* lalu diubah menjadi data *Modbus TCP/IP*. ESP 8266 lalu mengirimkan data *Modbus TCP/IP* yang telah masuk melalui koneksi Wireless LAN menuju MTU Raspberry Pi. Data yang diterima MTU kemudian dibaca *monitoring-laptop* melalui jaringan yang sama. Melalui *monitoring-laptop* pengecekan dan mengujian traffic dan performa jaringan dilakukan menggunakan perangkat lunak wireshark [7] dan cmd.



Gambar 1. Blok Diagram Arsitektur Sistem.

## 2.1. Desain Perangkat Keras Sistem

Dalam penelitian ini dirancang RTU yang sekaligus berfungsi sebagai *data gateway* antara sensor berupa current transformer dengan MTU yang digunakan yaitu modul raspberry pi. RTU yang dirancang terdiri dari 2 bagian hardware yaitu PZEM-04t yang berfungsi untuk mengkonversi data *serial half duplex* dengan level tegangan sesuai dengan standar serial RS485 menjadi data *serial full duplex* dengan level tegangan TTL dan sebaliknya [8]. Bagian yang kedua adalah modul ESP 8266 Node MCU yang berfungsi membaca data serial TTL keluaran PZEM-04t kemudian menyimpannya dan membungkusnya menjadi sebuah paket data yang dapat dikirimkan melalui jaringan *local area network* dengan perantara WiFi [9]. Blok diagram arsitektur perangkat keras dari modul RTU ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Blok Diagram arsitektur Perangkat Keras RTU.

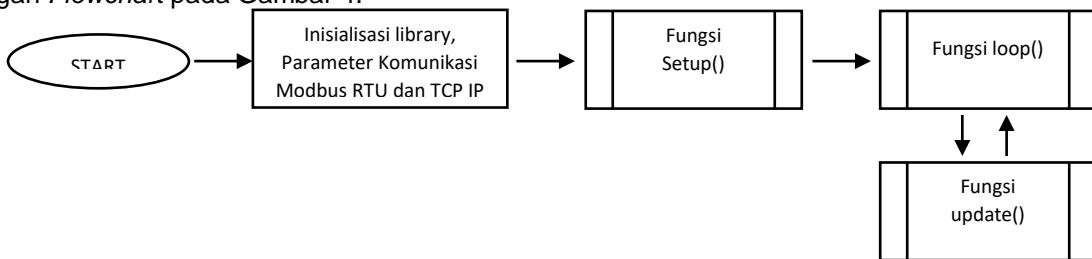
Perancangan perangkat keras MTU pada system ini menggunakan Raspberry pi 3 model B+ yang merupakan single-board computer (SBC) yang memiliki ukuran kecil dan mendukung Linux sebagai sistem operasi utamanya [8]. Raspberry Pi ini digunakan untuk menerima data dari RTU untuk selanjutnya ditampilkan ke HMI (*Human Machine Interface*).



Gambar 3. Raspberry Pi 3 Model B+.

## 2.2. Desain Perangkat Lunak Sistem

Desain perangkat lunak dimulai dari perancangan program RTU dengan proses sesuai dengan *Flowchart* pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart proses program RTU.

Alur jalan program diawali dengan inisialisasi. Proses inisialisasi diawali dengan inisialisasi *Library* yang bertujuan untuk memasukkan *library* tambahan yaitu *library SimpleModbusMaster*, *ModbusTCPSlave*, *Ticker*, dan *ESP8266WiFi* [9]. Setelah *library* ditambahkan, dilakukan inisialisasi komunikasi *Modbus RTU* dimana dalam proses inisialisasi ini dimasukkan parameter yang dibutuhkan untuk *library SimpleModbusMaster* agar dapat melakukan komunikasi *Modbus* menuju *load* pada *line 1, 2* dan *3* sebagai *Modbus RTU master*. Setelah proses inisialisasi *Modbus RTU* dilakukan proses inisialisasi *Modbus TCP/IP slave* dengan melakukan konfigurasi ip address, default gateway dan subnet mask. Setelah itu dilakukan proses deklarasi objek untuk koneksi *Modbus TCP/IP*.

Fungsi *setup()* berguna untuk melakukan inisialisasi variable berserta fungsi-fungsi lain yang perlu diinisialisasi pada awal program berjalan sehingga komunikasi melalui protokol *Modbus RTU* menuju *load* *line 1, 2*, dan *3* dapat terjadi. Fungsi *loop()* berfungsi untuk mengupdate nilai dari register pada *Modbus TCP/IP Slave*. setelah data terupdate, selanjutnya fungsi *update()* akan mengupdate data *register Modbus TCP/IP*, sehingga nilai pada *register Modbus TCP/IP* dapat tetap sama dengan nilai dari data *register Modbus RTU*. Proses tersebut berfungsi untuk menyambungkan jaringan komunikasi antara *RTU* dan *MTU* menggunakan protokol *Modbus TCP/IP*. Kemudian jika proses koneksi berhasil, sensor akan membaca nilai tegangan, arus, daya aktif, energi aktif, cos phi dan frekuensi maka data tersebut akan diolah dan dikirim ke *MTU* dengan menggunakan *function Holding Registers* yang terdapat pada protokol komunikasi *Modbus TCP/IP* [8].

Tahapan selanjutnya adalah proses konfigurasi *Modbus TCP/IP* *MTU* *raspberry pi*. Konfigurasi yang dilakukan adalah mengatur IP Address serta Unit ID *Modbus Master* dan *Modbus client* untuk keseluruhan sistem seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tahapan terakhir adalah instalasi dan pengujian pembacaan data melalui serial monitor dan wireshark untuk melihat performa dari komunikasi data *Modbus TCP/IP*. Tampilan HMI web visualization juga perlu dilakukan untuk membuktikan kinerja dari sistem secara keseluruhan.

Tabel 2. Konfigurasi Modbus TCP/IP Raspberry pi.

No	Nama Komponen	IP Address	Unit ID
1	Modbus Master (Raspberry Pi)	192.168.0.106	1
2	RTU Line 1	192.168.0.100	1
3	RTU Line 2	192.168.0.101	1
4	RTU Line 3	192.168.0.102	1

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan hasil penelitian yang telah dilakukan. Hasil penelitian dijelaskan pada beberapa bagian berikut ini.

#### 3.1. Implementasi Rangkaian perangkat keras RTU



Gambar 5. Implementasi rangkaian perangkat keras RTU.

#### 3.2. Pembacaan Data Modbus RTU

Pembacaan dilakukan dengan melihat debug data dengan memanfaatkan pin *software serial* yang menggunakan pin 14 dan pin 12 sebagai pin *Tx* dan *Rx*. Data serial ini dikonversi menjadi data dalam bentuk USB agar dapat ditampilkan melalui serial monitor pada *software Arduino IDE*. Proses konversi data serial menggunakan perangkat *USB to TTL Converter*.

Hasil dari debug data yang telah dilakukan ditampilkan pada Gambar 6. Dalam gambar tersebut terlihat dari 16 data yang di request pada PZEM-04t tidak terdapat kegagalan request.

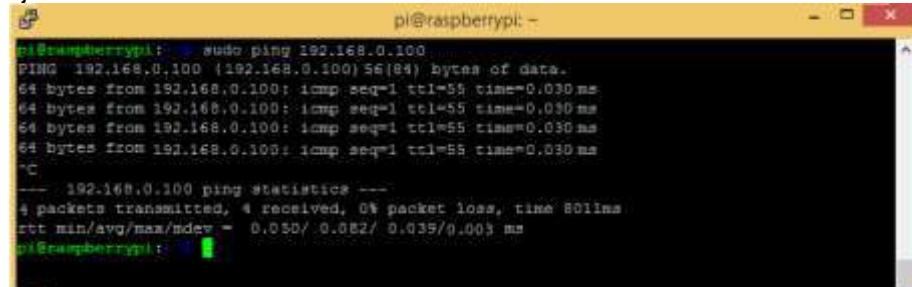
V	A	Wh
124.00V	0.00A	0.00Wh
124.00V	0.00A	0.00Wh
123.98V	0.00A	0.00Wh
123.99V	0.00A	0.00Wh
123.88V	0.00A	0.00Wh
123.50V	0.00A	0.00Wh
124.00V	0.00A	0.00Wh
123.90V	0.20A	0.00Wh
123.80V	0.20A	25.00Wh
123.60V	0.20A	25.00Wh
123.70V	0.21A	26.00Wh
123.60V	0.20A	26.00Wh
123.70V	0.20A	25.00Wh
123.70V	0.20A	25.00Wh
123.70V	0.20A	25.00Wh

Gambar 6. Hasil debug data Modbus RTU.

#### 3.2. Pembacaan Data Modbus TCP/IP

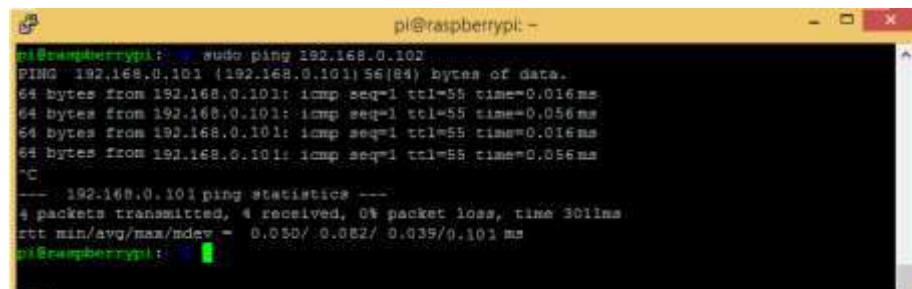
Pengujian data Modbus TCP/IP pertama-tama dilakukan dilakukan pengujian untuk mengetahui IP berapa saja yang terhubung dalam jaringan local. Pengujian ini akan menggunakan Address Resolution Protocol (ARP) yang berfungsi untuk mencari tahu alamat fisik

(mac address) dari sebuah host. Pengujian yang dilakukan dari MTU ke seluruh RTU menunjukkan hasil keseluruhan sistem telah terhubung dalam jaringan local melalui WiFi. Hasil pengujian disajikan dalam Gambar 7 – 9.



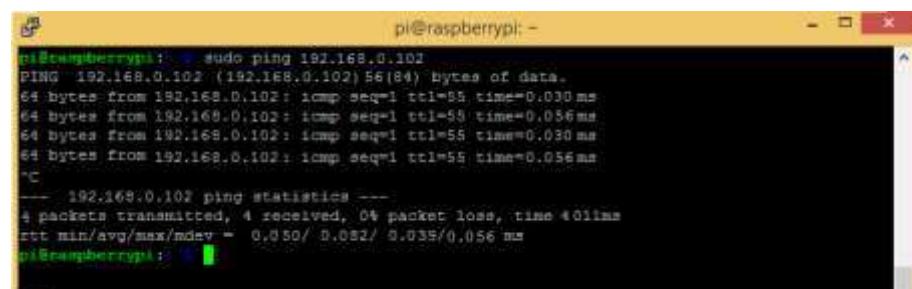
```
pi@raspberrypi: ~ sudo ping 192.168.0.100
PING 192.168.0.100 (192.168.0.100) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.100: icmp seq=1 ttl=55 time=0.030 ms
64 bytes from 192.168.0.100: icmp seq=1 ttl=55 time=0.030 ms
64 bytes from 192.168.0.100: icmp seq=1 ttl=55 time=0.030 ms
64 bytes from 192.168.0.100: icmp seq=1 ttl=55 time=0.030 ms
...
-- 192.168.0.100 ping statistics --
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 801ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.030/ 0.032/ 0.035/ 0.003 ms
pi@raspberrypi: ~
```

Gambar 7. Hasil Pengujian Komunikasi data dari MTU ke RTU Line 1.



```
pi@raspberrypi: ~ sudo ping 192.168.0.101
PING 192.168.0.101 (192.168.0.101) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.101: icmp seq=1 ttl=55 time=0.016 ms
64 bytes from 192.168.0.101: icmp seq=1 ttl=55 time=0.056 ms
64 bytes from 192.168.0.101: icmp seq=1 ttl=55 time=0.016 ms
64 bytes from 192.168.0.101: icmp seq=1 ttl=55 time=0.056 ms
...
-- 192.168.0.101 ping statistics --
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 301ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.030/ 0.052/ 0.035/ 0.101 ms
pi@raspberrypi: ~
```

Gambar 8. Hasil Pengujian Komunikasi data dari MTU ke RTU Line 2.



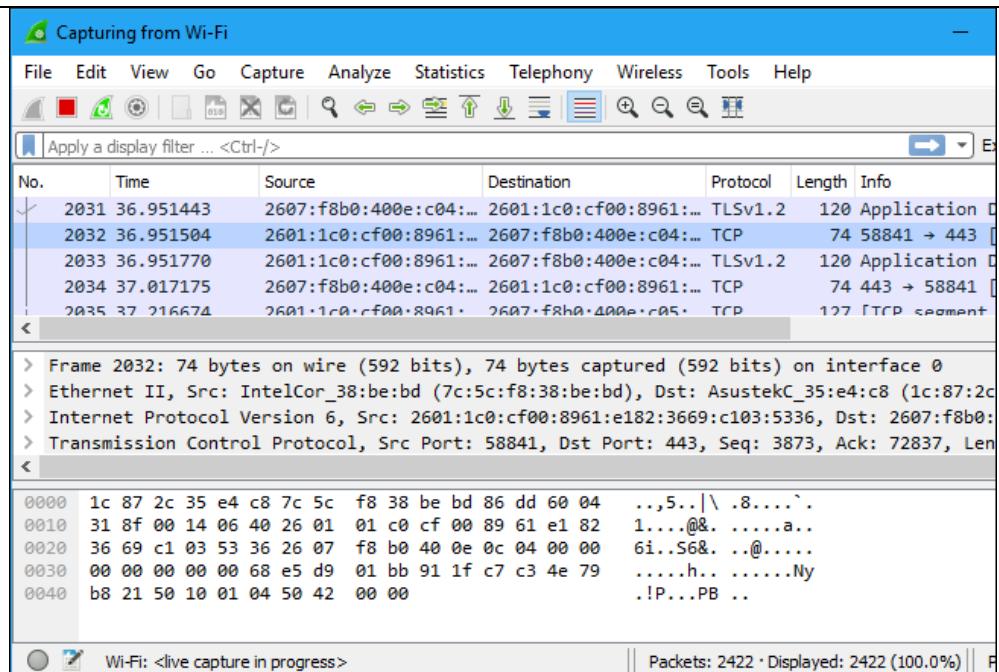
```
pi@raspberrypi: ~ sudo ping 192.168.0.102
PING 192.168.0.102 (192.168.0.102) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.0.102: icmp seq=1 ttl=55 time=0.030 ms
64 bytes from 192.168.0.102: icmp seq=1 ttl=55 time=0.056 ms
64 bytes from 192.168.0.102: icmp seq=1 ttl=55 time=0.030 ms
64 bytes from 192.168.0.102: icmp seq=1 ttl=55 time=0.056 ms
...
-- 192.168.0.102 ping statistics --
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 401ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.030/ 0.052/ 0.035/ 0.056 ms
pi@raspberrypi: ~
```

Gambar 9. Hasil Pengujian Komunikasi data dari MTU ke RTU Line 3.

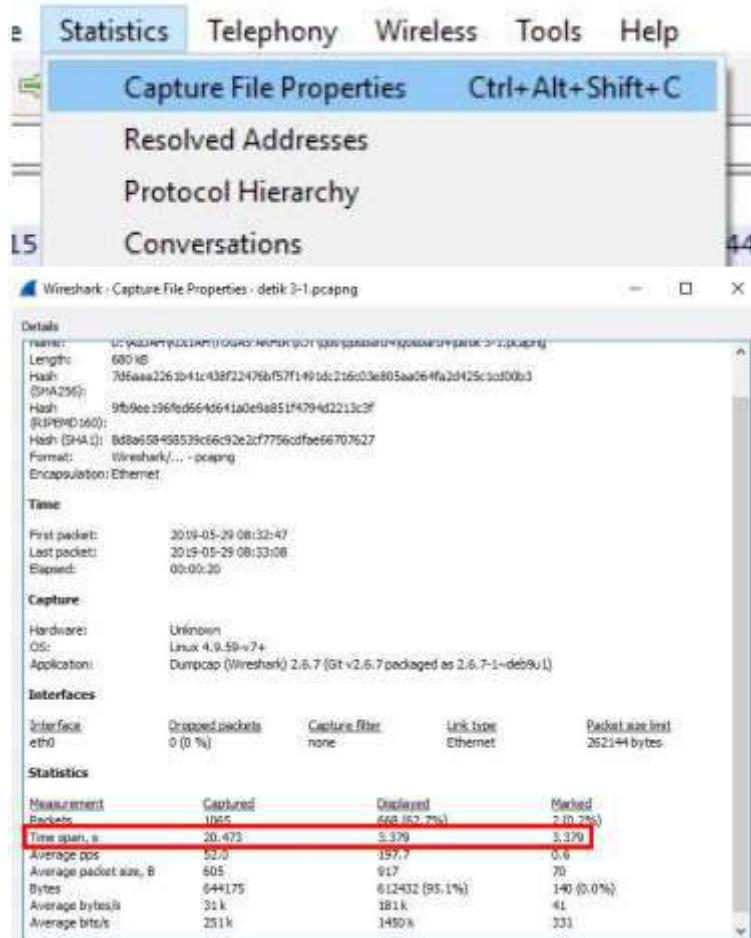
Setelah dilakukan pengujian ARP, untuk mengetahui kinerja jaringan menggunakan Modbus TCP/IP, maka perlu dilakukan pengajuan *Quality of Service* (QoS) jaringan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai *Throughput*, *Packet Loss* dan *Delay*. Untuk mengetahui nilai QoS tersebut dilakukan pengecekan menggunakan aplikasi Wireshark. Hasil pengecekan menggunakan aplikasi wireshark ditampilkan pada Gambar 10 dan 11. Adapun hasil pengecekan QoS untuk ke tiga RTU yang digunakan disajikan dalam Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. QoS Network Traffic of SCADA System.

No	Nama Komponen	Throughput	Packet Loss	Delay
1	RTU Line 1	723 Kb/s	0,086%	16,182 ms
2	RTU Line 2	697 Kb/s	0%	16,7 ms
3	RTU Line 3	742 Kb/s	0,051%	16,15 ms



Gambar 10. Capture Network Traffic of SCADA System



Gambar 11. Capture data delay.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian RTU line 1, 2 dan 3 berhasil mengirimkan data sensor ke MTU dengan protocol komunikasi Modbus TCP/IP. Dari tiga line di monitor line 3 menunjukkan hasil yang paling tinggi yaitu 742 Kb/s dan memberikan delay masih lebih dari 16 ms. Hal ini menunjukkan bahwa sistem SCADA yang dibangun masih belum dapat digunakan untuk automasi tipe *protection* tetapi sudah sangat handal jika digunakan untuk automasi tipe real time monitoring.

Penelitian masih perlu dilanjutkan untuk menemukan solusi terbaik dalam mereduksi delay dalam transfer data menggunakan jaringan WiFi TCP/IP. Kemudian durasi pengujian dapat ditingkatkan kembali untuk melihat kinerja sistem dalam masa beban puncak.

#### 5. DAFTAR NOTASI

SCADA	: <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
RTU	: <i>Remote Transfer Unit</i>
MTU	: <i>Master Transfer Unit</i>
ARP	: <i>Address Resolution Protocol</i>
TCP/IP	: Transfer Control Protocol/Internet Protocol

#### REFERENSI

- [1] S. C. Abadi, M. Eriyadi, D. Usman, Y. M. Hamdani, and A. Suryadi, “Raspberry Pi based SCADA system using Codesys for workshop facilities,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1098, no. 4, p. 042076, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1098/4/042076.
- [2] B. Holland, “power network SCADA systems to TCPAP and,” *Power Eng. J.*, pp. 305–311.
- [3] X. Lu, Z. Lu, W. Wang, and J. Ma, “On network performance evaluation toward the smart grid: A case study of DNP3 over TCP/IP,” *GLOBECOM - IEEE Glob. Telecommun. Conf.*, 2011, doi: 10.1109/GLOCOM.2011.6134406.
- [4] X. Lu, W. Wang, and J. Ma, “An empirical study of communication infrastructures towards the smart grid: Design, implementation, and evaluation,” *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 4, no. 1, pp. 170–183, 2013, doi: 10.1109/TSG.2012.2225453.
- [5] Innovators Guru, “PZEM-004T User Manual,” p. 7, 2019, [Online]. Available: <https://innovatorsguru.com/wp-content/uploads/2019/06/PZEM-004T-V3.0-Datasheet-User-Manual.pdf>.
- [6] C. Queiroz, A. Mahmood, J. Hu, Z. Tari, and X. Yu, “Building a SCADA security testbed,” *NSS 2009 - Netw. Syst. Secur.*, pp. 357–364, 2009, doi: 10.1109/NSS.2009.82.
- [7] H. L. and H. L. H. Kim, “Performance of Packet Analysis between Observer and Wireshark,” in *22nd International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, 2020, pp. 268–271, doi: 10.23919/ICACT48636.2020.9061452.
- [8] J. Teng, J. S. Setiadji, and R. Lim, “Sistem Pembacaan Data Power Meter,” pp. 1–6, 2019.
- [9] A. A. Agustini, “Monitoring Pemakaian Arus Listrik pada Alat Rumah Tangga dengan menggunakan Aplikasi Blynk berbasis Internet of Things,” vol. 6, no. 2, pp. 214–218, 2021.

## Implementasi Variable Speed Drive (Vsd) Sebagai Pengendali Kecepatan Motor Indusksi 3 Fasa Pada Industri Tekstil

**Emmanuel Agung Nugroho, Riqqi Rizalludin, Janizal**  
Program Mekatronika, Politeknik Enjinering Indorama  
e-mail: emmanuel.agung@pei.ac.id

### Abstrak

*Motor induksi tiga fasa menjadi salah satu actuator yang paling banyak digunakan di industry termasuk juga dalam industry textile, diantaranya sebagai penggerak konveyor, pemutar mesin winding, pemutar mesin DTY, pemutar mesin Feeder dan masih banyak lagi fungsi lainnya. Pada beberapa aplikasi motor induksi memerlukan pengaturan kecepatan yang berbeda-beda sesuai fungsinya, salah satu cara yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor Induksi adalah dengan menggunakan Variable Speed Drive Inverter. Penggunaan VSD Inverter sekaligus menjadi solusi persoalan klasik dalam penggunaan motor induksi yaitu munculnya loncatan arus starting dan pergeseran arus terhadap tegangan sumber motor. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan VSD model 9100-IT3-002200M, dengan input 1 fasa 220 Volt dan Output 3 Fasa 380 Volt. Motor induksi yang digunakan model Tatung 1,5 KW 4 kutub. Hasil penelitian membuktikan pengaturan frekuensi kerja Inverter sebanding perubahan tegangan yang diikuti oleh perubahan kecepatan motor. Perubahan Frekuensi kerja yang diikuti secara bersamaan dengan terjadinya perubahan tegangan kerja Inverter disebut dengan Variable Voltage Variable Frekuensi (VVVF). Pengujian menunjukkan pengaturan frekuensi secara linier menghasilkan kecepatan putar motor yang linier juga dan dapat dipertanggungjawabkan dengan perhitungan berdasarkan persamaan karakteristik motor yang digunakan.*

**Kata kunci:** Motor Induksi tiga fasa, Inverter, Variable Speed Drive, Varialble Voltage Variable Frekuensi

### Abstract

*Three-phase induction motor is one of the most widely used actuators in the industry, including in the textile industry, including as a conveyor driver, winding machine player, DTY machine player, Feeder machine player and many other functions. In some applications, induction motors require different speed settings according to their functions, one of the methods used to regulate the speed of an induction motor is to use a Variable Speed Drive (VSD) Inverter. The use of a VSD Inverter is at the same time a solution to the classic problem in the use of an induction motor, namely the emergence of a starting current jump and a current shift to the motor source voltage. This research was conducted by using VSD model 9100-IT3-002200M, with 220 Volt 1 phase input and 3 Phase 380 Volt output. The induction motor used is a 1.5 KW 4 pole Tatung model. The result of the research proves that the setting of the inverter working frequency is proportional to the change in voltage followed by a change in motor speed. Changes in working frequency which are followed simultaneously with changes in the working voltage of the Inverter are called Variable Voltage Variable Frequency (VVVF).*

**Keywords:** Three-phase Induction Motor, Inverter, Variable Speed Drive, Variable Voltage Variable Frequency

## 1. Pendahuluan

Untuk menjalankan kecepatan suatu motor AC diperlukan beberapa metode pengaturan diantaranya adalah pengaturan jumlah kutub stator pada belitan stator motor atau bisa dilakukan dengan pengaturan tegangan yang mensuplay belitan motor tersebut pada frekuensi tetap ataupun bisa juga dilakukan dengan mengatur frekuensi kerja motor tersebut dengan tegangan tetap, dan bisa juga dilakukan dengan pengaturan frekuensi dan tegangan secara bersamaan.

Pengaturan kutub pada kondisi operasional kerja motor jelas tidak mungkin karena jumlah kutub sudah ditentukan pada saat perancangan belitan stator motor sedangkan dengan hanya mengubah frekuensi sumber saja tidak cukup, karena pengendalian motor AC harus menjaga keseimbangan kerapatan fluks.

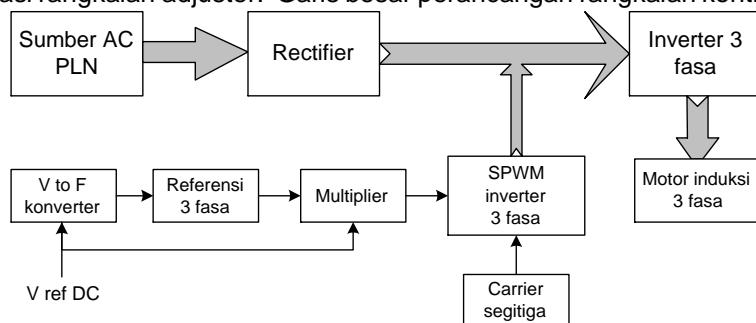
Perancangan sistem yang diusulkan ini merupakan pilihan terbaik dalam sistem pengendalian motor saat ini yaitu dengan mengendalikan frekuensi dan tegangan keluaran inverter secara berimbang dan bersama-sama untuk mengendalikan kecepatan motor AC 3 fasa. Teknik pengendalian frekuensi dan tegangan keluaran inverter secara bersama-sama semacam ini dikenal dengan istilah *Volt/ Hertz* kontrol.

Dalam sistem instrumentasi industry, sistem seperti ini umumnya dinamakan *Variable Speed Drive* (VSD), tetapi karena kendalinya mengubah tegangan dan frekuensi maka divais ini dinamakan juga *Variable Voltage Variable Frequency* (VVVF). Pengendalian motor AC dengan menggunakan VVVF selain dapat mengendalikan torka dan kecepatan secara baik, juga mempunyai keuntungan lain, antara lain :

1. Penggunaan energi menjadi efisien,
2. Peningkatan fleksibilitas produksi,
3. Peningkatan umur komponen mekanik,
4. Memudahkan untuk pemeliharaan

## 2. Metodologi Penelitian

Pengendalian inverter 3 fasa dengan metode kendali variable voltage variable frekuensi ini menggunakan sistem *open loop* dengan bentuk yang sederhana mengambil perintah referensi dari sumber luar. Sumber luar ini berupa konverter tegangan ke frekuensi yang diaplikasikan dengan kombinasi rangkaian adjuster. Garis besar perancangan rangkaian kontrol inverter VVVF



Gambar 1. Skema umum Inverter VVVF.

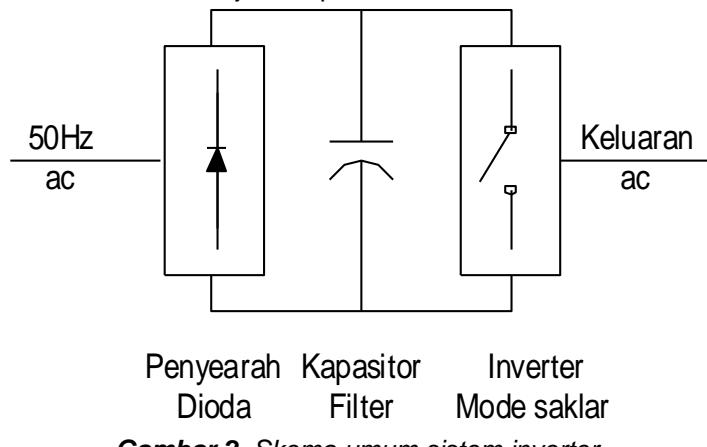
Berdasar Gambar 1 Sumber AC yang tersedia oleh PLN merupakan sumber satu fasa ataupun tiga fasa dengan tegangan tetap dan frekuensi tetap yaitu 50 Hertz. Kondisi ini memaksa semua peralatan listrik seperti motor dan lain-lainnya bekerja pada frekuensi dan tegangan yang tetap. Hal ini sangat merugikan jika dilihat dari efisiensi daya listrik dan peralatan listrik itu sendiri. Untuk merancang suatu inverter baik satu fasa ataupun tiga fasa diperlukan tegangan DC sebagai masukannya sehingga tegangan AC yang disediakan oleh PLN perlu disearahkan terlebih dulu melalui rangkaian *single phase rectifier* ataupun *three phase rectifier*. Tegangan DC yang dihasilkan oleh rangkaian penyearah ini berfungsi sebagai tegangan sumber rangkaian daya inverter.

Untuk mengendalikan inverter tiga fasa maka diperlukan pulsa pemicu saklar daya dengan sistem kontrol tiga fasa. Pulsa-pulsa pemicu saklar daya pada sistem ini dihasilkan melalui metode SPWM inverter yang memadukan sinyal referensi tiga fasa dengan sebuah sinyal carrier

frekuensi tinggi. Referensi tiga fasa dihasilkan dari pemrograman mikrokontrol yang memanfaatkan pulsa masukan berskala digital dari rangkaian V to F konverter.

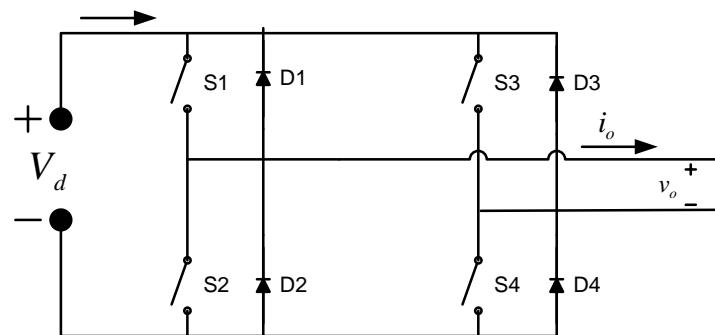
## 2.1 DC-AC Converter (Inverter)

Inverter berfungsi untuk mengubah tegangan DC menjadi AC dengan tegangan tetap atau berubah dan frekuensi tetap atau berubah. Inverter mode pensaklaran DC ke AC umum digunakan pada aplikasi penggerak motor induksi dan UPS (*Uninteruptable Power Supply*). Skema umum inverter satu fasa ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema umum sistem inverter.

Gambar 2 menunjukkan skema umum pada sistem inverter yang terdiri dari sumber DC yang bisa diperoleh dari rangkaian penyearah atau *battery* kapasitor sebagai filter tegangan DC untuk menghasilkan tegangan DC yang lebih murni dan mode penyaklaran yang bekerja pada frekuensi 5000 Hz. Berdasarkan sumbernya secara umum inverter dibedakan menjadi inverter satu fasa dan inverter tiga fasa, berdasarkan mode penyaklarnya inverter satu fasa dibedakan menjadi inverter jembatan penuh dengan empat buah saklar dan inverter setengah jembatan dengan dua buah saklar. Dalam penelitian ini menggunakan inverter jembatan penuh yang menggunakan empat buah mosfet dengan mode seperti pada Gambar 3 berikut di bawah ini.



Gambar 3. Sistem penyaklaran inverter 1 fasa [5].

Gambar 3 menunjukkan inverter satu fasa yang terdiri dari empat buah saklar daya yang masing-masing terpasang anti paralel dengan dioda. Ada empat kemungkinan konfigurasi penyaklaran pada inverter jembatan penuh tersebut seperti pada Tabel 1.

Dengan empat kemungkinan penyalan saklar-saklar daya pada jembatan penuh, dimungkinkan membuat pola pensaklaran tegangan unipolar disisi keluaran inverter [5].

**Tabel 1.** Konfigurasi Saklar daya Inverter.

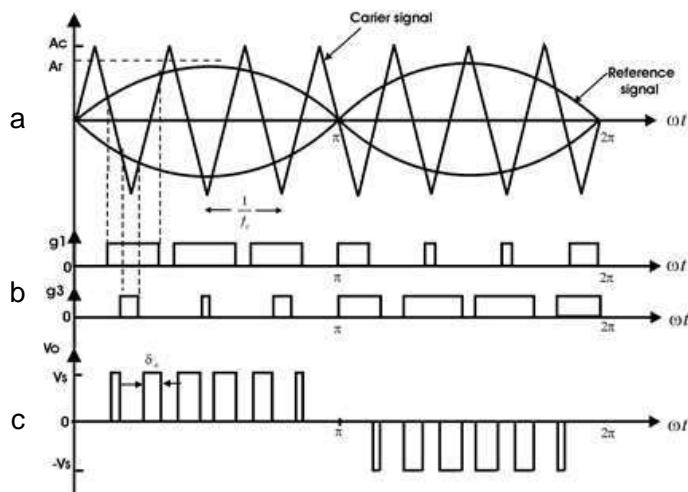
NO	Saklar 1	Saklar 2	Saklar 3	Saklar 4	Nilai VO
1	On	Off	On	Off	0
2	On	Off	Off	On	+Vd
3	Off	On	On	Off	-Vd
4	Off	On	Off	On	0

## 2.2. Inverter control

Sistem pengendalian inverter 1 fasa pada penelitian ini menggunakan metode pengendalian openloop dengan teknik *Sinusoidal Pulse Width Modulation (SPWM)*. Teknik SPWM ini membandingkan gelombang referensi berupa gelombang sinusoidal 50 Hz dengan sebuah sinyal carrier berupa gelombang segitiga 5000 Hz. Pada sebuah rangkaian komparator. Gelombang keluaran yang dihasilkan berupa gelombang persegi (pulsa On-Off) dengan frekuensi kerja 5000 Hz yang digunakan sebagai pulsa pemicu pada saklar daya inverter. Perbandingan amplitudo sinyal referensi dan amplitudo sinyal carrier pada teknik SPWM menghasilkan indeks modulasi yang dinyatakan dengan persamaan :

Dimana :  $M$  = Indeks Modulasi  
 $A_r$  = Sinyal Referensi  
 $A_c$  = Sinyal Carrier

Indeks modulasi mempunyai nilai antara 0 sampai 1, dan berfungsi untuk mengatur lebar pulsa PWM dan menentukan amplitudo sinyal keluaran inverter. Penjelasan teknik SPWM ditunjukkan pada Gambar 4.

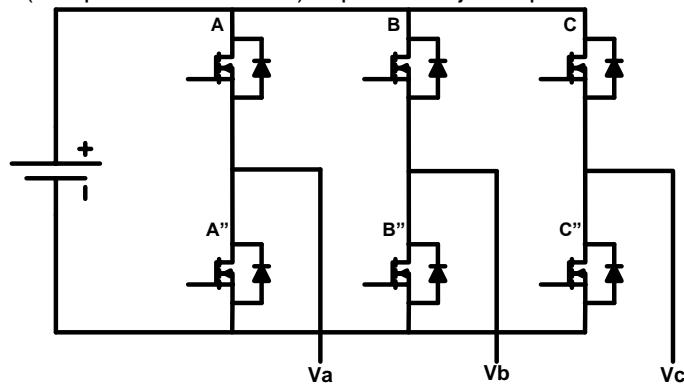


**Gambar 4.** Teknik Pembangkitan Pulsa SPWM Analog [6].

Gambar 4 menjelaskan proses perbandingan pada teknik SPWM. Pada Gambar 4.a terjadi perbandingan gelombang referensi sinusoidal yang ditumpangkan pada gelombang carrier segitiga. Pada Gambar 4.b, g1 menjelaskan hasil SPWM dimana ketika sinyal referensi lebih positif dari gelombang segitiga menghasilkan pulsa ON, dan ketika sinyal referensi lebih negatif dari gelombang segitiga menghasilkan pulsa OFF. Adapun g3 pada Gambar 4.b, menjelaskan hasil SPWM ketika sinyal referensi lebih positif dari gelombang segitiga menghasilkan pulsa OFF, dan ketika sinyal referensi lebih negatif dari gelombang segitiga menghasilkan pulsa ON. Sedangkan Gambar 4.c menjelaskan hasil kombinasi sinyal g1 dan g3 yang digunakan sebagai pemicu saklar daya inverter.

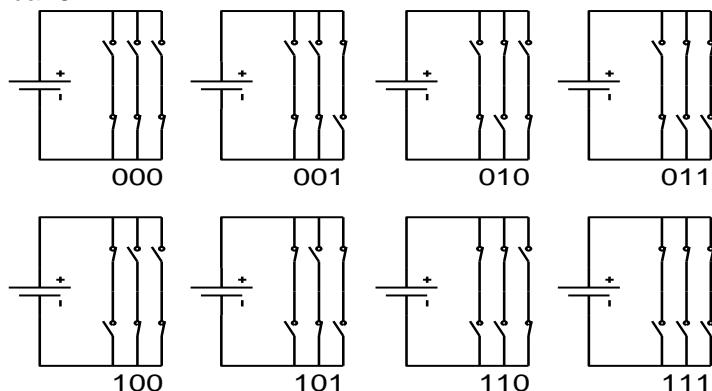
### 2.3 Inverter 3 fasa

Untuk menjalankan motor AC 3 fasa dengan sistem kendali *volt/hertz control* diperlukan rangkaian daya sebagai media pengasutan. Teknik SPWM inverter sangat tepat sebagai implementasikannya. Rangkaian daya inverter tiga fasa tiga lengan (*three-leg inverter*) yang memiliki enam buah saklar dan sumber tegangan DC. Suatu *converter DC to AC* jenis sumber tegangan (*voltage-type inverter*) harus memenuhi dua syarat, yaitu saklar yang terletak pada satu lengan tidak boleh konduksi secara bersamaan hingga menimbulkan arus hubung singkat, dan arus sisi AC harus selalu dijaga kontinuitasnya. Mengacu pada kedua syarat tersebut maka akan terdapat  $2^3$  kondisi (delapan kondisi saklar) seperti ditunjukkan pada Gambar 5:



Gambar 5. Konfigurasi inverter 3 fasa 3 lengan.

Konfigurasi inverter 3 fasa 3 lengan dibentuk oleh 6 buah saklar daya dengan masing-masing dua saklar berpasangan untuk menghasilkan setiap fasa untuk setiap lengannya. Lengan "a" dibentuk oleh saklar A pada sisi positif dan saklar A' pada sisi negatif yang bekerja secara bergantian demikian pula dengan saklar "b" dan "c". Dengan teknik kendali SPWM maka konfigurasi saklar daya inverter di atas dapat menghasilkan beberapa kemungkinan pensaklaran seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Konfigurasi saklar daya inverter 3 fasa 3 lengan

Dari konfigurasi pensaklaran di atas maka dapat diturunkan suatu persamaan tegangan antar fasa sebagai berikut :

Sedangkan persamaan tegangan fasa yang dihasilkan oleh inverter di atas adalah sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix} = \frac{1}{3} V_{dc} \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} \dots \quad (3)$$

Sehingga dari kedua persamaan di atas dapat dibuat suatu tabel nilai tegangan keluaran inverter sebagai berikut :

**Tabel 2.** Nilai tegangan keluaran inverter 3 fasa.

Tabel 2. Tabel tegangan relasikan inverter 3 fasa.									
Switch A	Switch B	Switch C	V a-n	V b-n	V c-n	V a-b	V b-c	V c-a	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	1	-Vdc/3	-Vdc/3	2Vdc/3	0	-Vdc	Vdc	
0	1	0	-Vdc/3	2Vdc/3	-Vdc/3	-Vdc	Vdc	0	
0	1	1	-2Vdc/3	Vdc/3	Vdc/3	-Vdc	0	Vdc	
1	0	0	2Vdc/3	-Vdc/3	-Vdc/3	Vdc	0	-Vdc	
1	0	1	Vdc/3	-2Vdc/3	Vdc/3	Vdc	-Vdc	0	
1	1	0	Vdc/3	Vdc/3	-2Vdc/3	0	Vdc	-Vdc	
1	1	1	0	0	0	0	0	0	

### **3. PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN**

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini menitikberatkan pada karakteristik Inverter Variable Speed Drive (VSD) input 1 fasa 220 Volt dengan tegangan keluaran 3 fasa 380 Volt.



**Gambar 7.** Modul Inverter Variable Speed Drive.

### 3.1 Pengujian sistem Inverter VSD

Untuk melaksanakan pengujian sistem Variable Speed Drive ini dilakukan melalui beberapa prosedur langkah kerja sebagai berikut :

1. Pastikan MCB panel dalam keadaan OFF pada saat merangkai kabel yang menghubungkan antara tegangan sumber dengan terminal masukan RST.
2. Hubungkan kabel terminal keluaran VSD dengan terminal masukan induksi Jika arus keluaran VSD akan diamati, gunakan Lem Modul atau clam on.
3. Masukan MCB tiga-fasa pada panel untuk mengalirkan arus dari sumber menuju motor induksi melalui sistem VSD.
4. Tekan tombol RUN pada VSD, putar potensiometer pada VSD sampai motor berputar.
5. Untuk menguji karakteristik peralatan ini lakukan pengamatan secara bertahap sehingga dapat digambarkan dalam bentuk grafik linier.
6. Jika telah selesai, putar potensio pada posisi minimum (ke kiri) sampai angka pada display menunjukkan 000, tekan tombol STOP, matikan MCB.

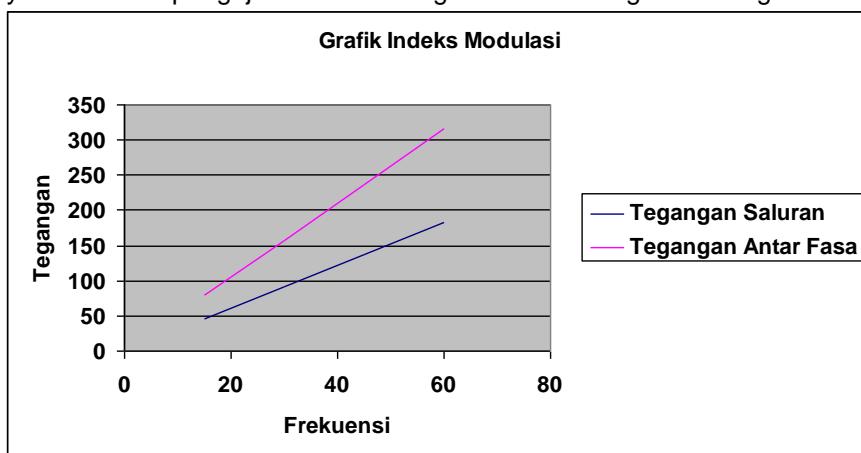
### 3.2 Pengujian Indeks Modulasi

Indeks Modulasi diperoleh dengan membandingkan parameter tegangan sinyal carrier dengan tegangan sinyal referensi. Peak to peak sinyal carrier dianggap sebagai nilai 1 sementara sinyal referensi diatur dari amplitude 25% dari puncak carrier hingga sama dengan amplitude sinyal carrier.

*Tabel 3. Pengujian Indeks Modulasi.*

Indeks Modulasi	f (Hz)	Tegangan Saluran (Volt)	Tegangan Antar Fasa (Volt)
1	60	182,6	315
0,75	45	137	236,5
0,5	30	91	157,7
0,25	15	45,5	78,8

Berdasarkan grafik dan data menunjukkan semakin besar indeks modulasi maka semakin tinggi tegangan yang dihasilkan oleh sistem VSD ini dan semakin besar juga frekuensi yang dihasilkannya. Dari data pengujian di atas menghasilkan suatu grafik sebagai berikut :



*Gambar 8. Grafik Indeks modulasi terhadap perubahan frekuensi dan tegangan.*

### 3.3 Pengujian Inverter VSD Dengan Pembebanan motor AC tiga fasa

Untuk pengujian ini jenis motor yang digunakan adalah tiga fasa 4 kutub dengan rating kecepatan 1500 RPM. Perubahan frekuensi kerja inverter 3 fasa yang mensuplay motor 3 fasa

ini secara prinsip dasar akan mempengaruhi perubahan kecepatan putaran motor. Hal ini dapat dibuktikan dengan tabel pengujian berikut :

**Tabel 4.** Pengujian kecepatan motor AC 3 fasa.

<b>f (Hertz)</b>	<b>Pengukuran RPM</b>
60	1528
55	1530
50	1514
45	1437
40	1231
35	1045
30	997
25	625
20	385
15	372
10	355
5	36
0	0

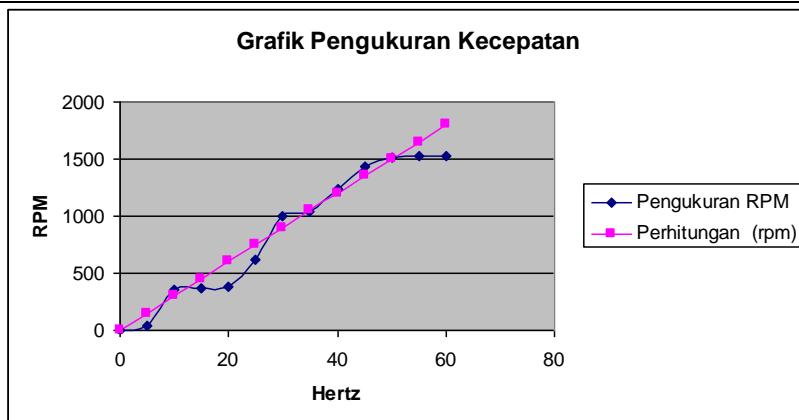
Perubahan frekuensi kerja inverter 3 fasa terbukti direspon oleh perubahan kecepatan putar motor secara linier hingga mencapai putaran optimal yang dimiliki oleh motor tersebut. Dari data tabel di atas setelah motor bekerja pada frekuensi nominal yang ditetapkan maka slip motor mendatar hal ini sebanding dengan karakteristik torka motor pada sistem VSD. Hasil pengukuran di atas dapat dibandingkan dengan rumus kecepatan motor yang dinyatakan :

Dengan rumus tersebut kecepatan yang seharusnya dihasilkan motor adalah sebagai berikut.

**Tabel 5.** Perhitungan kecepatan motor AC 3 fasa.

<b>f (Hertz)</b>	<b>Perhitungan (rpm)</b>
60	1800
55	1650
50	1500
45	1350
40	1200
35	1050
30	900
25	750
20	600
15	450
10	300
5	150
0	0

Dari kedua tabel pengukuran dan perhitungan kecepatan motor di atas menghasilkan suatu grafik pengukuran sebagai berikut.



Gambar 9. Grafik pengukuran dan perhitungan kecepatan motor.

Dari perbandingan pengukuran dan perhitungan kecepatan motor di atas menunjukkan grafik yang sebanding dengan fluktuasi nilai pengukuran berhimpit terhadap grafik perhitungan dengan deviasi kesalahan rata-rata 9%. Kesalahan terbesar terjadi pada pengukuran saat start karena dalam kondisi diperlukan torka yang besar untuk mulai menjalankan motor dan pada saat torka motor mulai stabil pada frekuensi 50 Hz. Secara keseluruhan menunjukkan sistem VSD ini mampu bekerja berdasarkan sesuai dengan yang diharapkan.

#### 4. KESIMPULAN

1. Alat *Variable Speed* ini berfungsi sebagai sistem *soft start* dengan penyalaan yang sangat linier sehingga meredam lonjakan arus mula motor AC 3 fasa. Dengan sistem *start* yang lembut dan sistem menghentikan yang tidak konstan stop pada motor maka akan memperpanjang usia pemeliharaan motor induksi tersebut.
2. Dengan sistem *Variable Speed Drive control* ini maka Kecepatan kerja motor dapat diatur sesuai dengan kebutuhan kecepatan yang diperlukan oleh aplikasi beban motor dengan tetap menjaga kemampuan mekanik motor. Hal ini terjadi karena torka motor relatif konstan pada setiap perubahan frekuensi dan kecepatan motor.
3. Sistem Inverter VSD kontrol yang terkendali SPWM ini juga menawarkan solusi terhadap permasalahan harmonisa arus listrik pada pembebatan motor induksi. Hal ini dibuktikan dengan bentuk gelombang arus motor induksi yang sinusoidal dan sefasa dengan tegangan masukannya.
4. Pengendalian motor AC dengan menggunakan inverter Variable Speed Drive kontrol membuktikan beberapa keuntungan, yaitu :
  - Penggunaan energi menjadi efisien,
  - Peningkatan fleksibilitas putaran motor
  - Peningkatan umur komponen mekanik
  - Memudahkan untuk pemeliharaan.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Akhmad Musafa, *Simulasi Pengendalian Kecepatan Motor Induksi tiga Fasa tanpa Sensor Kecepatan*, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik-Universitas Budi Luhur, email : musafa\_81@yahoo.com, 2007.
- [2]. Bambang Sutopo, F. Danang Wijaya, Supari, *Perbaikan Faktor Daya Motor Induksi 3 fase menggunakan Mikrokontroler 68HC11*, journal Teknik Elektro,2001.
- [3]. Rahsyid M.H, *Power Electronics: Circuits, Devices and Applications*, PT Prehallindo, Jakarta, 1999.
- [4]. Riyadi, Slamet, *Diktat Kuliah Penggerak Listrik*, Unika Soegijapranata, 2007.
- [5]. Soemarto, *Metode Baru Dalam Identifikasi Parameter Motor Induksi*, Epsilon : Journal of Electrical Engineering and Information Technology Vol. 1, No. 1, July 2003.

- 
- [6]. Supari, Kendali Tegangan Motor Induksi untuk Penghematan Energi Berbasis Mikrokontroler, Tesis S2, TE-UGM, Yogyakarta, 2001.
  - [7]. SZABÓ C, Maria IMECS, Ioan Iov, INCZE, VOLT-HERTZ CONTROL OF THE SYNCHRONOUS MOTOR WITH RAMP EXCITING VOLTAGE, Annals of the University of Craiova, Electrical Engineering series, No. 30, 2006.
  - [8]. Zhenyu Yu and David Figoli, AC Induction Motor Control Using Constant V/Hz Principle and Space Vector PWM Technique with TMS320C240, Texas Instruments Incorporated, April 1998.

## Implementasi Arduino untuk Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Air pada Proses Penetasan Telur Ikan

**Deni Kurnia, Slamet Riyadi, Iswanti Kartina**  
Program Studi Mekatronika, Politeknik Enjinering Indorama  
e-mail: deni.kurnia@pei.ac.id

### Abstrak

Hal yang sangat penting pada proses penetasan telur ikan adalah kualitas air. Salah satu parameter yang menentukan kadar kualitas air yang baik adalah faktor suhu. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan sistem kontrol dan monitoring suhu air yang digunakan pada proses penetasan telur ikan mas dan nila. Untuk kedua jenis ikan ini, suhu ideal diperoleh melalui data dari Balai Pengembangan Benih Ikan Air Tawar (BPBIAT) yaitu antara 26°C sampai dengan 30°C. Untuk memastikan suhu tetap berada rentang yang diharapkan, maka diperlukan sistem kontrol dan monitoring. Salah satu komponen yang diperlukan dalam sistem ini adalah heater akuarium dan sensor suhu waterproof DS18B20. Sistem kontrol dibuat menggunakan Arduino Uno dan sistem monitoring menggunakan modul GSM SIM800L yang berfungsi untuk mengirim SMS (Short Message Service) kepada user. Hasil pengujian menunjukkan kinerja sensor sangat baik dengan rata-rata error kurang dari 1% dan pengiriman data notifikasi kepada user rata-rata selama 7,42 detik.

**Kata kunci:** Arduino Uno, Suhu, DS18B20, SIM800L

### Abstract

The most important thing in the process of hatching fish eggs is water quality. One of the parameters that determine the level of good water quality is the temperature factor. This study aims to control and monitor the water temperature system used in the hatching process of carp and tilapia eggs. For these two types of fish, the ideal temperature is obtained from data from the Center for Freshwater Fish Seed Development (BPBIAT), which is between 26°C to 30°C. To ensure that the temperature remains within the expected range, a control and monitoring system is needed. One of the components needed in this system is an aquarium heater and a waterproof temperature sensor DS18B20. The control system is made using Arduino Uno and the monitoring system uses the GSM SIM800L module which functions to send SMS (Short Message Service) to the user. The test results show that the sensor performance is very good with an average error of less than 1% and sending notification data to the user for an average of 7.42 seconds.

**Keywords:** Arduino Uno, Temperature, DS18B20, SIM800L

## 1. PENDAHULUAN

Terdapat beberapa faktor penting pada pengelolaan tempat budi daya ikan air tawar [1], salah satunya adalah faktor kualitas air. Faktor kualitas air ini diantaranya adalah suhu air, pH dan oksigen terlarut (DO) yang terjaga serta bebas dari pencemaran zat – zat berbahaya lainnya [2].

Studi tentang kualitas air ini diantaranya dilakukan oleh peneliti sebelumnya dengan melakukan pengontrolan pH yang diterapkan pada sistem aquaponik [3]. Penelitian lain yang relevan juga sudah mengembangkan sistem monitoring yang terintegrasi dengan sistem operasi Android [4],[5].

Untuk mendesain sebuah sistem kontrol dan monitoring suhu air yang baik, pemilihan sensor yang tepat adalah salah satu kunci untuk memperoleh data yang akurat. Seperti halnya penelitian yang menggunakan beberapa sensor sekaligus seperti sensor DS18B20, sensor ultrasonik dan sensor pH untuk sistem pengendalian suhu, ketinggian air dan kekeruhan air [6]. Selain itu, berkaitan dengan pengontrolan suhu air ini, peneliti lain juga menerapkan logika *fuzzy* berbasis mikrokontroler ATMEGA32 [7] dan pengontrolan nilai pH dengan menggunakan software LABVIEW untuk memperoleh data secara *real-time* [8].

Mengacu kepada beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, penelitian ini menawarkan sistem kontrol dan monitoring yang mengintegrasikan sistem notifikasi yang mudah dan cepat serta hampir dimiliki oleh setiap orang, yaitu mode SMS (*short message service*). Sistem kontrol menggunakan arduino uno, sensor suhu yang digunakan adalah sensor DS18B20 yang sudah teruji pada penelitian sebelumnya [7], serta modul GSM SIM800L untuk sistem notifikasinya [9].

## 2. METODE PENELITIAN

Kualitas air yang dikontrol dalam penelitian ini dibatasi pada air yang digunakan untuk proses penetasan telur ikan nila dan mas. Berdasarkan data dari Balai Pengembangan Benih Ikan Air Tawar (BPBIAT) Purwakarta, parameter kualitas air yang cocok untuk penetasan telur ikan nila dan mas yaitu pada suhu antara 26-31°C, pH 6,5-7,5 dan kandungan oksigen terlarut lebih besar dari 3,5 ppm.

Adapun metodologi penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan varian ikan yang menjadi obyek penelitian, dipilih proses penetasan telur ikan mas dan nila.
2. Mendapatkan data suhu ideal untuk kedua ikan ini, yaitu diperoleh data suhu antara 26-30°C.
3. Memilih kontroler, sensor dan sistem notifikasi untuk monitoring.
4. Membuat program dan mengujinya.
5. Melakukan implementasi dan evaluasi sistem.
6. Mengambil data dan mengolahnya serta membuat kesimpulan.

Setelah melakukan tahap pertama dan kedua dengan memperoleh data dan lokasi penelitian di BPBIAT Purwakarta, maka pada tahap ketiga adalah menentukan kontroler yang akan dipakai. Dalam penelitian ini kami memilih arduino uno. Mikrokontroler ini telah banyak digunakan oleh peneliti lain dan sudah teruji keandalannya [3], [9], [10], disamping harga yang relatif murah dan mudah di pasaran. Tahap selanjutnya adalah melakukan pemilihan sensor yang tepat, dalam hal ini kami memilih sensor DS18B20 yang juga memberikan kinerja yang baik [6]. Untuk sistem monitoring yang mudah dan murah serta dimiliki oleh banyak pekerja/petani ikan,

kami memilih modul GSM SIM800L sebagai media notifikasi. Modul ini juga memiliki kinerja yg baik mengacu kepada data yang diperoleh peneliti lain namun pada aplikasi yang berbeda [9].

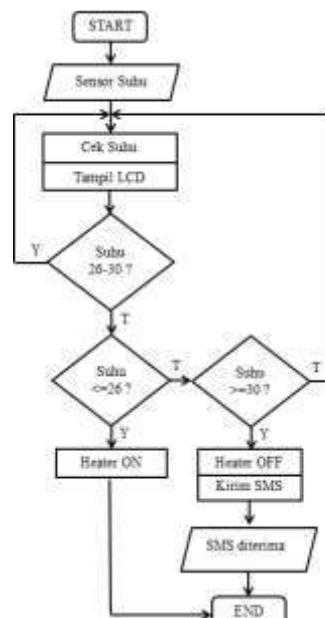


**Gambar 1.** a. Arduino Uno; b. sensor DS18B20; c. Modul SIM 800L.

Pada tahap pembuatan program, langkah pertama adalah menentukan algoritma seperti yang ditunjukkan *flowchart* pada Gambar 2. Selanjutnya adalah melakukan implementasi program, kemudian menganalisa dan melakukan pengujian pada sistem.

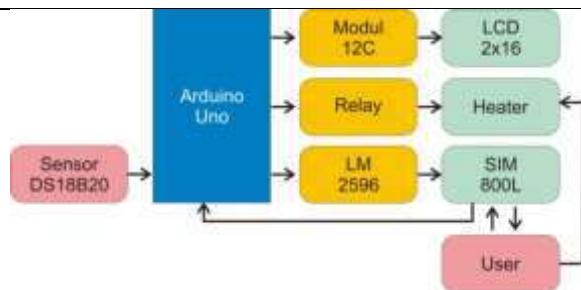
Adapun algoritmanya adalah sebagai berikut :

1. Start.
2. Inisiasi (sensor suhu ready).
3. Cek Suhu, tampilkan di LCD.
4. Cek apakah suhu antara  $26-30^{\circ}$ ?
5. Jika Ya kembali ke langkah 3.
6. Jika tidak, cek apakah suhu  $<26^{\circ}$ ?  
Jika Ya, Heater ON.  
Jika Tidak, lanjut langkah 7.
7. Cek apakah suhu  $>30^{\circ}$ ?
8. Jika Tidak kembali ke langkah 3.
9. Jika Ya, lanjut ke langkah 10.
10. Heater OFF, Kirim SMS suhu terkini.
11. End.



**Gambar 2.** Flowchart Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Air.

Secara lengkap blok diagram penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Blok diagram Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Air.

Dari blok diagram dapat dijelaskan bahwa, sistem kontrol suhu dilakukan oleh arduino dengan mengacu pada pembacaan data sensor DS18B20. Jika terjadi perubahan suhu dengan rentang lebih besar dari  $30^{\circ}$  atau kurang  $26^{\circ}$  maka sistem memberikan notifikasi kepada *user* melalui SMS yang dikirimkan secara otomatis. Sistem *backup* digunakan jika *heater* tidak aktif secara otomatis saat suhu kurang dari  $26^{\circ}$ , maka *user* dapat melakukan aktivasi *heater* secara *remote* melalui *sms* dengan mengirimkan angka 1 ke arduino melalui nomor yang tersimpan di modul SIM800L. Angka ini untuk memberikan instruksi *relay ON* yang akan mengaktifkan *heater*. Cara lain, jika *user* sedang berada di lokasi, maka bisa dilakukan secara manual, jika sistem tidak bekerja secara otomatis.

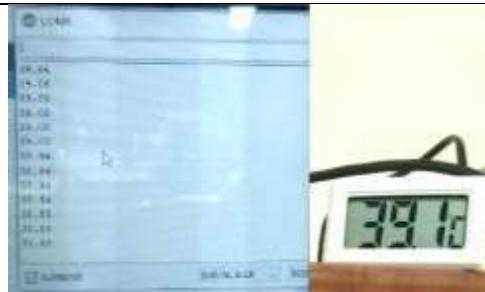
### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Untuk memastikan kinerja sensor dengan baik, maka sebelum sensor digunakan, kami melakukan proses kalibrasi sensor. Proses kalibrasi menggunakan thermometer aquarium digital yang dibandingkan dengan hasil pembacaan sensor yang sudah diprogram melalui arduino. Hasil kalibrasi dapat dijelaskan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Data Kalibrasi Sensor.

No	Jenis Alat Ukur		Eror (%)
	Sensor DS18B20 ( $^{\circ}$ C)	Thermometer Aquarium ( $^{\circ}$ C)	
1	26.37	26.9	0.97
2	40.69	40.8	0.27
3	38.88	39.1	0.56
4	40.38	40.5	0.29

Dari tabel 1, dapat diperoleh pembacaan sensor memenuhi ambang batas toleransi *error* (kesalahan) yaitu rata-rata dibawah 1%. Hasil kalibrasi sensor dengan hasil pengukuran thermometer aquarium dapat dilihat pada Gambar 4.



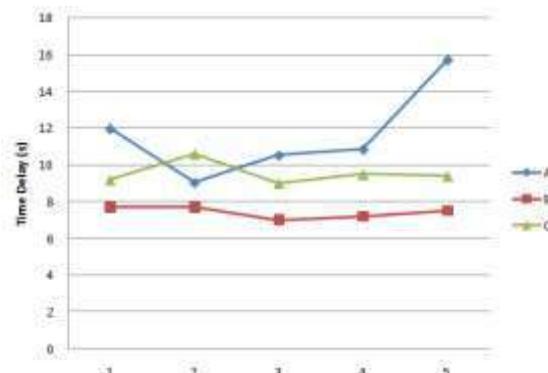
**Gambar 4.** Hasil pembacaan sensor vs thermometer aquarium.

Selanjutnya, untuk memastikan kinerja modul GSM SIM800L. Pengujian dilakukan terhadap tiga provider yang berbeda. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Data Pengujian modul GSM SIM800L.

No	SMS	Status Pengiriman	Waktu Pengiriman Provider (s)		
			A	B	C
1	Ke-1	Terkirim	11.97	07.7	9.2
2	Ke-2	Terkirim	09.05	07.7	10.6
3	Ke-3	Terkirim	10.53	07.0	9.0
4	Ke-4	Terkirim	10.85	07.2	9.5
5	Ke-5	Terkirim	15.71	07.5	9.4

Grafik hasil pengujian modul GSM SIM800L dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Grafik delay time pengiriman SMS menggunakan modul GSM SIM800L.

Dari grafik dapat diperoleh data bahwa modul GSM SIM800L untuk provider A memiliki *delay time* rata-rata 11,62 detik, provider B rata-rata 7,42 detik dan provider C rata-rata 9,54 detik. Data ini menunjukkan sistem pengiriman SMS sangat dipengaruhi oleh kecepatan kerja jaringan provider GSM. Karena pengujian dilakukan di koordinat yang sama, tetapi tingkat kekuatan sinyal dan kecepatan pengiriman data dari masing-masing provider berbeda-beda. Berdasarkan data hasil pengujian, maka kami menggunakan provider B untuk modul SIM 800L. Karena provider ini memiliki rata-rata *delay time* terendah dan jaringan sinyal yang sangat stabil.

#### 4. KESIMPULAN

Implementasi Arduino Uno dan sensor DS18B20 dan untuk monitoring suhu air memberikan hasil pengukuran yang stabil dengan rentang error yang sangat kecil, yaitu dibawah 1%. Memadukan sistem kontrol dan monitoring melalui sistem SMS menggunakan modul SIM800L juga memberikan kemudahan kepada user dengan cara yang sederhana. Data tetap dapat disajikan secara *real-time* dengan toleransi delay maksimum kurang dari 7.42 detik.

#### REFERENSI

- [1] M. Hidayatullah, J. Fat, and T. Andriani, "Prototype Sistem Telemetri Pemantauan Kualitas Air Pada Kolam Ikan Air Tawar Berbasis Mikrokontroler," vol. 8, no. 2, pp. 43–52, 2018, doi: 10.26418/positron.v8i2.27367.
- [2] R. Effendi, A. Goeritno, and R. Yatim, "PROTOTIPE SISTEM PENDETEKSI AWAL PENCEMARAN AIR BERBANTUAN SENSOR KONDUKTIVITAS DAN SUHU BERBASIS MIKROKONTROLER," no. November, pp. 1–7, 2015.
- [3] Y. Rahmanto, A. Rifaini, S. Samsugi, and S. D. Riskiono, "SISTEM MONITORING PH AIR PADA AQUAPONIK MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO," vol. 01, no. 1, pp. 23–28, 2020.
- [4] F. Ariska and I. Hadi, "Perancangan Alat Pendekripsi Kualitas Air Berbasis Android," pp. 173–176, 2019.
- [5] I. I. Lestari, M. A. S, and S. A. Singgih, "Analisis Aplikasi Temperature Control and Monitoring System Pada Akuarium Pendederasan Ikan Gurame Berbasis Android."
- [6] B. S. Mandala, F. T. Elektro, and U. Telkom, "DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM PEMELIHARAAN TELUR IKAN MAS OTOMATIS PADA KOLAM PENETASAN TELUR," vol. 5, no. 3, pp. 3860–3868, 2018.
- [7] S. Bandong, H. S. Kolibu, and V. A. Suoth, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu Dan Ketinggian Air Untuk Pemijahan Ikan Dengan Menggunakan Logika Fuzzy Design and Construct of the Temperature and Water Levels Controller for Spawning Fish by Using the Fuzzy Logic Control," pp. 3–11.
- [8] T. Manalu *et al.*, "Jurnal Sustainable : Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan Rancang Bangun Sistem Kontrol pH Air pada Palka Ikan Muatan Hidup menggunakan Mikrokontroler dan LabVIEW," vol. 07, no. 02, pp. 53–63, 2018.
- [9] B. Gsm *et al.*, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Tanah dan Suhu Udara Berbasis GSM SIM900A dan Arduino Uno," vol. 1, pp. 60–65, 2018.
- [10] A. Megido, E. Ariyanto, S. Vokasi, and U. Diponegoro, "Sistem kontrol suhu air menggunakan pengendali pid. dan volume air pada tangki pemanas air berbasis arduino uno," vol. 18, no. 4, pp. 21–28, 2016.

## Implementasi Algoritma FFT pada Sistem Kontrol dan Monitoring Motor Induksi Berbasis Mobile Phone

**Afzeri, Deni Kurnia, M. Nur Hakim, Indriani Siti Nurmalia**  
Program Studi Mekatronika, Politeknik Enjinering Indorama  
e-mail: afzeri@pei.ac.id

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem kontrol dan monitoring motor induksi di industri secara online berbasis mobile phone. Sistem monitoring dilakukan untuk memantau getaran dan temperatur motor induksi menggunakan sensor GY-521 MPU-6050 yang dihubungkan dengan NodeMCU ESP8266 sebagai perangkat kontrolnya. Untuk proses komputasi data, kami menerapkan algoritma Fast Fourier Transform (FFT) yang digunakan untuk mentransformasi data getaran dari accelerometer menjadi domain frekuensi. Dalam proses pengambilan data kami menentukan 250 sampling data dalam 1 detik yang terbentuk dari getaran motor, kemudian mendeteksi kapasitas baterai untuk membentuk sistem auto-charging, mengendalikan motor listrik ON/OFF manual dan otomatis OFF bila terdeteksi frequensi getaran motor melonjak. Pengujian dilakukan dengan empat kondisi rpm yang berbeda yaitu 500, 1070, 1486 dan 2968 rpm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perbedaan frekuensi getaran motor dapat diperoleh berdasarkan kecepatan rpm motor. Data ini kemudian dikirimkan secara online melalui aplikasi telegram yang di install pada perangkat mobile phone. Kinerja sistem secara keseluruhan menunjukkan perfomansi yang cukup baik dan masih terbuka lebar untuk dikembangkan lebih lanjut.

**Kata kunci:** Algoritma FFT, Remote Monitoring, Motor induksi, NodeMCU ESP8266

### Abstract

This study aims to create an online control and monitoring system for induction motors in the industry based on mobile phones. The monitoring system is carried out to monitor the vibration and temperature of the induction motor using the GY-521 MPU-6050 sensor which is connected to the NodeMCU ESP8266 as a control device. For the data computing process, we apply the Fast Fourier Transform (FFT) algorithm which is used to transform the vibration data from the accelerometer into the frequency domain. In the data collection process, we determine 250 samplings of data in 1 second that are formed from motor vibrations, then detect battery capacity to form an auto-charging system, control the electric motor ON/OFF manually and automatically OFF when the motor vibration frequency spikes. The test was carried out with four different rpm conditions, namely 500, 1070, 1486 and 2968 rpm. The test results show that the difference in the frequency of the motor vibration can be obtained based on the speed of the motor rpm. This data is then sent online via the Telegram application which is installed on the mobile phone device. The overall system performance shows a fairly good performance and is still wide open for further development.

**Keywords:** FFT Algorithm, Remote Monitoring, Induction Motor, NodeMCU ESP8266

## 1. PENDAHULUAN

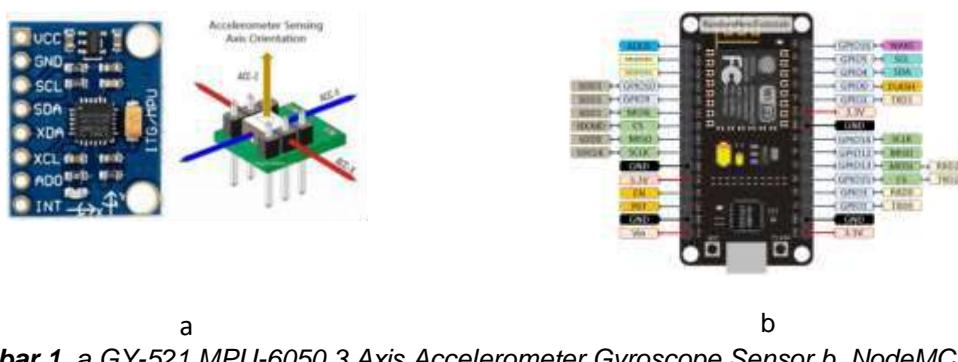
Penelitian tentang sistem kontrol dan monitoring motor industri secara *online* sudah banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya dengan metodologi yang beragam. Diantara penelitian itu adalah sistem monitoring kendali motor induksi tiga fasa dengan variable berbasis PLC[1], ada juga yang berbasis web[2] dan *Internet of Thing (IoT)*[3]. Selanjutnya, penelitian lain juga telah membahas tentang sistem monitoring jaringan berbasis ICMP, SCADA[4], NodeMCU[5] dan sistem notifikasi menggunakan *platform telegram*[6][7]–[9].

Berkaitan dengan topik ini, kemudian mengacu pada penelitian sebelumnya tentang rekayasa sistem kontrol dan monitoring [10], [11], maka penelitian ini bermaksud mengisi *gap* dari penelitian sebelumnya dengan menerapkan algoritma FFT[12], [13] pada proses komputasi data yang menggabungkan aplikasi *mobile phone* sebagai media *online monitoring* dan NodeMCU[14] sebagai perangkat kontrolnya.

Adapun industri yang menjadi obyek dalam penelitian ini adalah PT. Indorama Synthetic, Tbk. khususnya di *Spun Yarns Division*. Saat ini tercatat sebanyak ±5758 unit motor di spinning 1-7 dengan daya mulai dari 0,25 kW hingga 250 kW. Berdasarkan data-data *maintenance*, motor-motor induksi ini sering mengalami kerusakan pada *bearing* dan belitannya[15]. Oleh karena itu perlu dilakukan dilakukan pencegahan dengan cara melakukan pengecekan getaran dan suhu dari motor induksi, sehingga dapat mengetahui tanda-tanda terjadinya kerusakan lebih awal.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan membuat prototipe sebagai sarana eksperimental. Pada tahap awal, kami melakukan investigasi permasalahan monitoring motor yang ada pada Industri di PT. Indorama Synthetic, Tbk. Tahap berikutnya merancang *prototipe* menggunakan motor induksi 1 phasa yang dipasangi sensor dan instalasi monitoring. Monitoring yang dilakukan dengan mengamati kondisi kerja motor induksi dalam sebuah aplikasi telegram yang diinstall di perangkat *mobile phone*. Sensor getaran dan sensor suhu menggunakan *accelerometer* module GY-521 dengan kontroler NodeMCU ESP8266 (Gambar 1. a dan b).



Gambar 1. a.GY-521 MPU-6050 3 Axis Accelerometer Gyroscope Sensor b. NodeMCU.

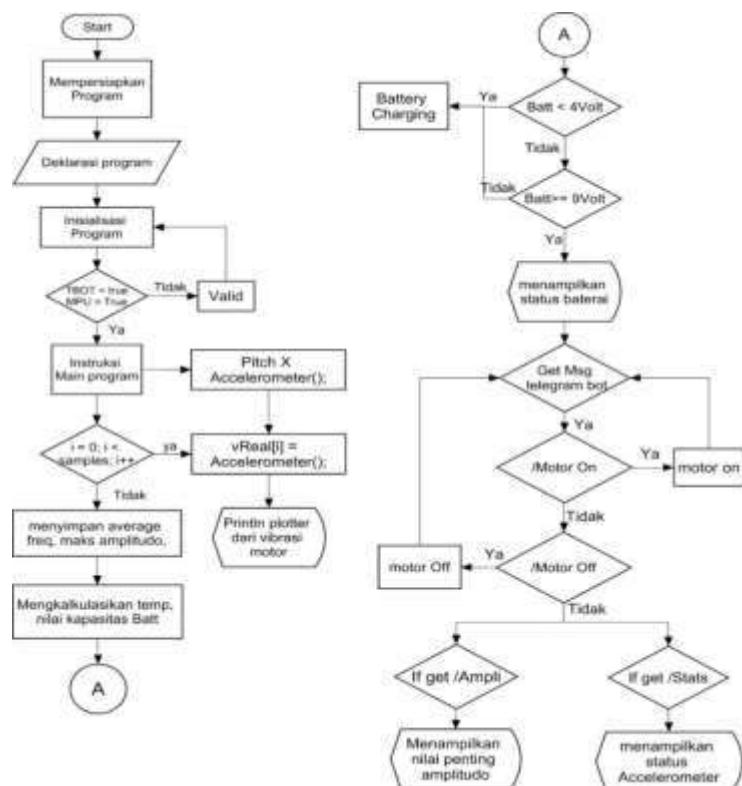
NodeMCU ESP8266 merupakan sebuah *platform open source IoT (Internet of Things)* yang dapat diprogram menggunakan *sketch IDE arduino*. Modul ESP8266 ini memiliki GPIO serta dilengkapi dengan fitur PWM (Pulse Width Modulation), IIC, 1-Wire dan ADC (*Analog to Digital Converter*) yang semua terdapat dalam satu *board*.

Selanjutnya, dalam melakukan perancangan *hardware*, kami menempatkan sensor pada *body* motor dengan menggunakan *holder* (Gambar 2.b). Penempatan sensor dan *wiring* kelistrikan didesain sedemikian rupa agar tidak mempengaruhi instalasi kelistrikan motor yang sudah ada. Tujuannya agar penambahan sensor tidak mempengaruhi kondisi instalasi motor, sehingga tidak mempengaruhi kualitas kinerja motor yang berdampak pada kualitas hasil produksi.



Gambar 2. A. Penempatan NodeMCU ESP8266 dan sensor pada motor, b. holder.

Pada tahap pemrograman, kami merancang algoritma program seperti yang dijelaskan pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart program pada NodeMCU ESP8266.

Selanjutnya pada sisi komputasi data, pada program NodeMCU ESP8266 kami menggunakan algoritma FFT (*Fast Fourier Transform*) yang memberikan dua sisi spektrum dalam bentuk kompleks (*real* dan *imajiner*). Kemudian diskalakan dan diubah dalam bentuk polar untuk mendapatkan *magnitude*. *Amplitudo* dari FFT berhubungan dengan jumlah titik dalam domain waktu. Untuk mendapatkan *amplitudo* terhadap *frekuensi* dari FFT digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Amplitudo Spektrum Peak} = \text{Magnitude}(FFT)/N = \sqrt{(\text{real}[FFT(A)])^2 + (\text{imag}[FFT(A)])^2}/N \quad (1)$$

$$\text{Phase in radian} = \text{Phase}(FFT(A)) = \arctan\left(\frac{\text{mag}[FFT(A)]}{\text{real}[FFT(A)]}\right) \quad (2)$$

Spektrum *two-side* memperlihatkan setengah puncak amplitudo pada frekuensi positif dan negatif. Untuk mengubah menjadi spektrum *single-side*, maka dikalikan dengan frekuensi. Unit dari *single-side* memberikan nilai *peak* komponen sinusoidal. Untuk memperlihatkan *amplitudo* spektrum dalam *volt rms*, bagi komponen *non-DC* dengan akar 2 setelah mengubah spektrum menjadi *single-side*. Adapun persamaannya adalah:

$$\begin{aligned} \text{Amplitude in Volt rms} &= \frac{\text{Magnitude}[FFT(A)]}{N} = \text{untuk } i = 1 \text{ sampai } \frac{N}{2} - \\ 1 &= \frac{\text{Magnitude}[FFT(A)]}{N} \text{ untuk } i = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Dimana i adalah indeks frekuensi.

$$\text{Phase in deg} = \frac{180}{\pi} * \text{Phase FFT}(A) \quad (4)$$

Spektrum daya dari *two-side* dapat dihitung:

$$\text{Power spectrum } S^{++}(f) = \frac{FFT(A) \cdot FFT''(A)}{N} \quad (5)$$

$FFT''(A)$  adalah konjungsi kompleks dari  $FFT(A)$ .

Adapun pada tahap pengambilan data yang dijalankan pada sistem *client-side* melalui NodeMCU ESP8266, kami melakukan langkah-langkah sebagai berikut:

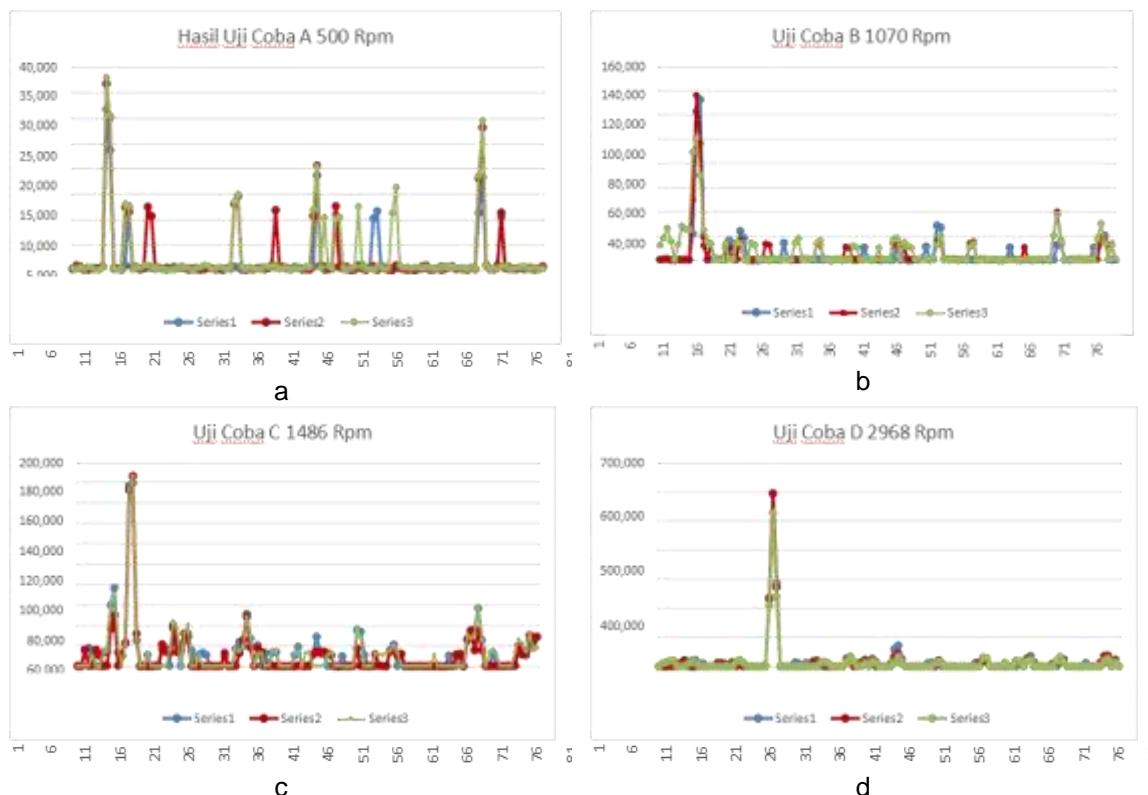
1. Mengakumulasi 250 *sampling* data dalam 1 detik yang terbentuk dari getaran motor industri menggunakan sensor MPU6050.
2. Mendeteksi kapasitas baterai untuk membentuk sistem *auto-charging*.
3. Mengendalikan motor listrik ON/OFF manual dan otomatis OFF *switch* bila terdeteksi frequensi getaran motor melonjak.
4. Menentukan rata – rata dari 250 *sampling* gelombang getaran, temperatur, energi listrik, dan RPM, lalu ditampilkan ke aplikasi telegram sebagai sistem kontrol dan monitoring.

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tahap akhir dari penelitian ini adalah pengujian alat. Pengujian dilakukan dengan cara mengambil data dari setiap percobaan untuk mengetahui kinerja dan kekurangan sistem serta untuk mendapatkan data hasil penelitian.

Grafik pada Gambar 4 memperlihatkan hasil pembacaan getaran dari *accelerometer* yang sudah ditransformasikan ke domain frekuensi menggunakan fungsi FFT. Sumbu datar adalah frekuensi dan sumbu tegak adalah amplitudo hasil transformasi. Berikut penjelasan grafik pada Gambar 4 tersebut :

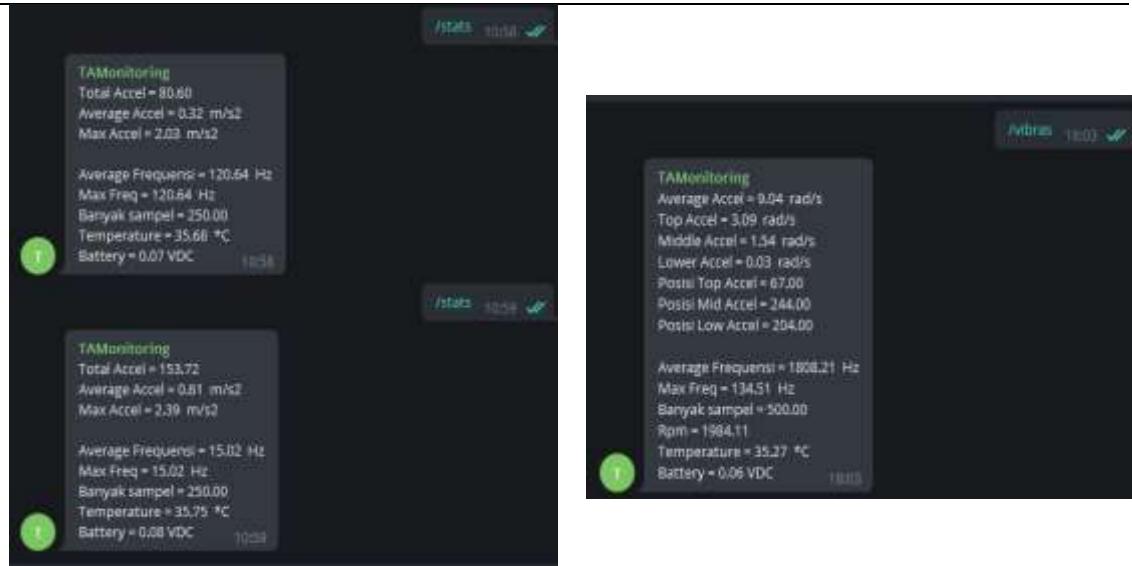
- Grafik 4a adalah hasil pembacaan sensor akselerasi pada putaran 500 rpm. Amplitudo tertinggi terbaca pada angka 6, namun pada amplitude lain yang terbaca pada frekuensi berbeda seperti puncak lain pada angka 70.
- Grafik 4b adalah hasil pembacaan sensor akselerasi putaran 1070 rpm. Grafik ini memperlihatkan dengan jelas sekali frekuensi eksitasi terjadi pada skala 8. Sehingga bisa di dekatakan putaran 1070 terbaca dengan skala 8.
- Grafik 4c adalah hasil pembacaan sensor akselerasi pada putaran 1486 rpm. Grafik ini memperlihatkan dengan jelas sekali frekuensi eksitasi terjadi pada skala 11. Sehingga bisa di dekatakan putaran 1486 terbaca dengan skala 11.
- Grafik 4d adalah hasil pembacaan sensor akselerasi putaran 2968 rpm. Grafik ini memperlihatkan dengan jelas sekali frekuensi eksitasi terjadi pada skala 23. Sehingga bisa di dekatakan putaran 2968 terbaca dengan skala 23.



**Gambar 4.** Grafik pengujian getaran dengan empat kondisi rpm yang berbeda.

Kemudian dari sisi kontrol dan monitoring melalui mobile phone, hasil yang diperoleh dapat diperlihatkan pada Gambar 5.

Dari Gambar 5 dapat dijelaskan bahwa untuk proses monitoring, data dikirim melalui aplikasi telegram, begitu juga untuk proses kontrol dapat dilakukan melalui aplikasi yang sama dengan memberikan instruksi OFF untuk menon-aktifkan motor saat terjadi lonjakan frequensi yang berdampak pada getaran motor yang tidak wajar.



Gambar 5. Tampilan data melalui aplikasi Telegram.

#### 4. KESIMPULAN

Algoritma *Fast Fourier Transform* (FFT) yang diterapkan pada program NodeMCU ESP8266 memberikan kinerja yang cukup efektif dalam mentrasformasikan data getaran menjadi domain frekuensi. Dari beberapa pengujian dapat diketahui perbedaan frekuensi getaran motor dapat diperoleh berdasarkan kecepatan rpm motor. Motor mengalami frekuensi eksitasi pada putaran rotor. Kemudian untuk sistem kontrol dan monitoring, aplikasi telegram yang di *install* pada perangkat *mobile phone* mampu memberikan informasi data secara *online* dengan tampilan yang efektif dan efisien.

#### REFERENSI

- [1] Y. Badruzzaman, "Sistem Monitoring Kendali Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Variable Speed Drive Berbasis PLC Dan Scada," *J. ORBITH, ISSN 1858-2095*, vol. 11, no. 2, pp. 147–152, 2015.
- [2] A. F. Ikhsan, I. Nurichsan, and I. Nawawi, "Pembuatan Aplikasi Sistem Kontrol dan Monitoring Motor Listrik 3 Fasa Berbasis Web," *J. Univ. Garut*, vol. 9, no. 1, pp. 1–6, 2018.
- [3] Akhiruddin, "Rancang Bangun Alat Pengendali Dan Pengamat Jarak Jauh Kondisi Motor Dengan Internet Of Thing Berbasis Arduino," *JET J. Electr. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 7–12, 2021.
- [4] T. Ta'ali and F. Eliza, "Sistem Monitoring dan Kontrol Motor AC Berbasis SCADA," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 15–20, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i1.11.
- [5] D. Kurnia and V. Widiasih, "Implementasi NodeMCU dalam Pemberian Pakan Ayam Otomatis dan Presisi Berbasis Web," *J. Teknol.*, vol. 11, no. 2, 2019.
- [6] P. Sokibi, "Perancangan Sistem Monitoring Perangkat Jaringan Berbasis ICMP dengan Notifikasi Telegram," *ITEJ (Information Technol. Eng. Journals)*, vol. 2, no. 2, pp. 1–11, 2017, doi: 10.24235/itej.v2i2.16.
- [7] M. Irfan Kurniawan, U. Sunarya, and R. Tulloh, "Internet of Things : Sistem Keamanan Rumah berbasis Raspberry Pi dan Telegram Messenger," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 6, no. 1, p. 1, 2018, doi:

- 
- 10.26760/elkomika.v6i1.1.
- [8] R. Juniyantara Putra, N. Putra Sastra, and D. M. Wiharta, "Pengembangan Komunikasi Multikanal Untuk Monitoring Infrastruktur Jaringan Berbasis Bot Telegram," *J. SPEKTRUM*, vol. 5, no. 2, p. 152, 2018, doi: 10.24843/spektrum.2018.v05.i02.p19.
- [9] M. T. Helma Febri Selia1), Wira Indani, S.T., "Sistem Monitoring Dan Controlling Suhu Dan Kelembaban Berbasis Telegram Pada Ruang Server," *Politek. Caltex Riau*, pp. 828–836, 2021.
- [10] Tugino, "Rekayasa Sistem Monitoring Dan Analisis Temperatur Motor Listrik," *JFN*, vol. 3, no. 2, pp. 157–168, 2009.
- [11] N. Suyoko, M. J. Afroni, and B. M. B, "Sistem Pengaman dan Monitoring Motor Induksi Satu Fasa Secara Online," *Sci. Elektro*, vol. 11, no. 1, pp. 1–7, 2019.
- [12] N. Pradipta, "Implementasi Algoritma FFT (Fast Fourier Transform) Pada Digital Signal Processor (DSP) TMS320C542," *Implementasi Algoritm. FFT (Fast Fourier Transform. Pada Digit. Signal Process. TMS320C542*, no. Universitas Diponegoro, pp. 1–7, 2011.
- [13] A. A. Bimantara, M. S. Adhi, D. Priambodo, H. M. Azhar, and A. Junaidi, "Simulasi Penghilangan Noise Pada Sinyal Suara Menggunakan Metode Fast Fourier Transform (FFT)," *J. Informatics, Inf. Syst. Softw. Eng. Appl.*, vol. 1, no. 2, pp. 20–25, 2019, doi: 10.20895/inista.v1i2.45.
- [14] D. E. Prasojo, Joko, Munoto, and Y. Fransisca, "PENGEMBANGAN TRAINER PENGENDALI MOTOR LISTRIK 3 FASA MENGGUNAKAN NodeMCU ESP32 DENGAN INTERFACE APLIKASI BLYNK SEBAGAI SISTEM MONITORING ARAH PUTARAN MOTOR DI KELAS XI TITL 2 SMKN 1 SIDOARJO," *J. Pendidik. Elektro*, vol. 11, no. 1, pp. 23–33, 2021.
- [15] S. Rahayu and B. V. Mahendra, "RANCANG BANGUN PENGUKUR KELEMBABAN DAN SUHU PADA MOTOR INDUKSI SATU FASA SEBAGAI INDIKASI KERUSAKAN MOTOR INDUKSI BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328P," *THETA OMEGA J. Electr. Eng. Comput. Inf. Technol.*, 2021.