

## Sistem Monitoring Pengujian Tekanan pada Pipa Air PVC Berbasis Arduino dan IoT

**Author:**

Hikami Fachri Zaldi  
LilikSubiyanto  
Anggara Trisna  
Nugraha

**Affiliation:**

Politeknik Perkapalan  
Negeri Surabaya

**Corresponding Email**

[achri.zaldi@student.ppnns.ac.id](mailto:achri.zaldi@student.ppnns.ac.id)  
[llksubiyanto@ppns.ac.id](mailto:llksubiyanto@ppns.ac.id)  
[nggaranugraha@ppns.ac.id](mailto:nggaranugraha@ppns.ac.id)



This is an Creative Commons  
License This work is licensed  
under a Creative Commons  
Attribution-NonCommercial 4.0  
International License

**Abstrak:**

Pada era kemajuan teknologi saat ini penggunaan Internet Of Things (IoT) Telah banyak digunakan oleh berbagai industri, terutama sebagai media untuk memantau pekerjaan yang sedang dilakukan di industri tersebut. Dengan adanya teknologi IoT ini tidak perlu harus berada ditempat pekerjaan untuk mengamati proses yang terjadi, namun proses monitoring dapat diakses melalui jaringan internet kapanpun dan dimana pun selama tersedia akses menuju internet dengan mengandalkan sensor-sensor aktif yang ada. Pada Tugas Akhir ini di buatlah prototype alat untuk menguji coba pipa jika mengalami kebocoran dapat diketahui dengan menggunakan metode pengukuran tekanan air pada sensor tekanan, metode ini menggunakan sensor tekanan yang dipasang pada pada uji coba pada pipa. Setelah dilakukan pengujian, hasilnya menunjukkan bahwa tekanan pada pipa menurun setelah terjadi kebocoran. Tekanan yang turun dapat diketahui melalui grafik yang ditampilkan pada *LabVIEW* dengan ketelitian sampai  $\pm 10\%$  dari tekanan awal pipa sebelum terjadi kebocoran. Alat simulasi kebocoran ini tidak dapat menahan tekanan diatas  $\pm 20$  Psi.

**Kata kunci:** Monitoring; Sensor Tekanan; Sensor Temperatur; Esp32

### Pendahuluan

Pipa adalah benda berbentuk lubang silinder dengan lubang di tengahnya yang terbuat dari logam maupun bahan-bahan lain sebagai sarana pengaliran atau transportasi fluida berbentuk cair, gas maupun udara. Pipa sangat mudah terjadinya kebocoran. Kebocoran di pipa mungkin disebabkan oleh beberapa faktor, seperti tidak tepat instalasi dan kondisi lingkungan.

mengalami kebocoran pada pipa yang terjadi Karena volume air yang keluar cukup besar maka pipa tersebut terpaksa ditutup dan di perbaiki. Kebocoran sendiri bila di biarkan lama akan sangat merugikan. Karena semakin lama di ketahui adanya kebocoran maka akan semakin banyak pula fluida yang tebuang. Jika fluida tersebut berupa air maka yang akan dialami hanya kerugian finansial. Deteksi kebocoran adalah suatu metode untuk mengetahui adanya kebocoran. Alat deteksi kebocoran ini menggunakan mekanika fluida berdasarkan data tekanan dan suhu yang diperoleh menggunakan sensor tekanan dan sensor suhu yang menggunakan Arduino mega dan IoT sebagai mikrokontroler. Pipa dalam kondisi bocor memiliki *drop* tekanan di bandingkan tekanan dibandingkan tekanan pipa sebelum terjadi kebocoran.

Alat ini dapat memonitoring tekanan dan suhu dengan jarak dekat maupun jauh pada pipa yang lurus, khususnya pada pipa induk/primer dan pipa skunder yang memiliki tekanan yang tinggi. Sensor tekanan merupakan salah satu sensor yang di gunakan untuk proses monitoring ini. Sensor ini beroperasi dari tekanan 0 – 500 Psi dan menghasilkan tegangan *output linier* antara 0,5 – 4,5 Volt. Sensor tekanan digunakan untuk mendeteksi apakah ada kebocoran pipa saluran melalui perbedaan tekanan pada masing masing jalur pipa. Sehingga di perlukanya bebearap sensor tekanan agar dapat menentukan jalur pipa mana yang mengalami kebocoran sehingga dapat memperkecil area pencarian

kebocoran pipa. Selanjutnya data tersebut akan di tampilkan di arduino IDE dan dapat di pantu juga dengan menggunakan *smartphone*.

Alat ini menggunakan mikrokontroler karena mikrikontroler lebih ringkas dibandingkan dengan PLC. Selain itu mikrokontroler lebih hemat biaya. Mikrokontroler adalah sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronika dan umumnya dapat menyimpan program di dalamnya. Mikrokontroler umumnya terdiri dari CPU (*central processing unit*), memori I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-digital* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya.

### **Studi Literatur**

Sistem Monitoring Tekanan Pada Pipa Air Menggunakan Arduino Uno Pada Jaringan Lora 920-923 Mhz Membahas suatu sistem monitoring tekanan pipa air yang menggunakan sensor *Pressure transmitter* yang berfungsi untuk membaca tekanan pada pipa air dengan menggunakan komunikasi data LoraWAN. Untuk menghubungkan atau mengirim data dari sensor Lora menggunakan Platform Antares. Penelitian ini berguna untuk memonitoring tekanan pada pipa air dan meminimalisir kebocoran pada pipa.

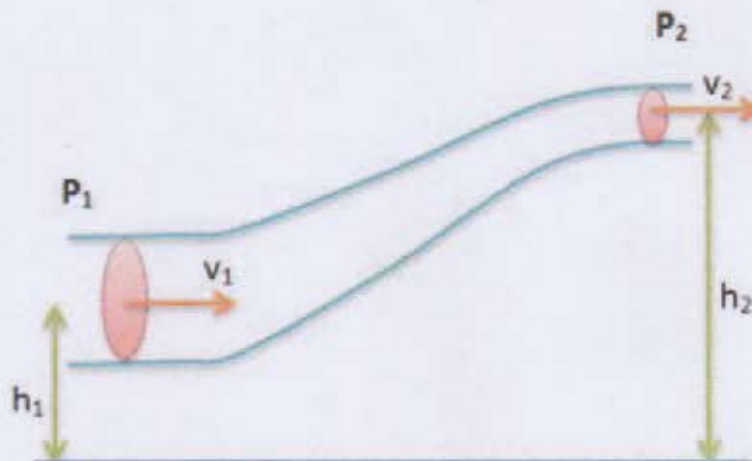
Rancang Bangun Alat Sistem Pengaturan Suhu Air Hingga 100°C Dengan Menggunakan Sensor Pt100 Berbasis Arduino. Membahas masalah yang berjudul "Rancang Bangun Alat Sistem Pengaturan Suhu Air Hingga 100°C dengan Menggunakan Sensor PT100 Berbasis Arduino" untuk mengatur suhu air yang membutuhkan alat untuk mengatur suhu air tersebut. Maka dalam hal ini dibuat alat suhu air dengan studi kasus rancang bangun alat sistem pengaturan suhu air hingga 100°C dengan menggunakan sensor PT100. arduino digunakan sebagai kontroler dan pemroses sinyal serta Liquid Crystal Display (LCD) dengan karakter 2x16 berfungsi untuk penampilan data. PT100 suatu sensor yang dapat mendeteksi suhu air.

Rancang Bangun Alat Sistem Pengaturan Suhu Air Hingga 100°C Dengan Menggunakan Sensor Pt100 Berbasis Arduino. Membahas masalah yang berjudul "Rancang Bangun Alat Sistem Pengaturan Suhu Air Hingga 100°C dengan Menggunakan Sensor PT100 Berbasis Arduino" untuk mengatur suhu air yang membutuhkan alat untuk mengatur suhu air tersebut. Maka dalam hal ini dibuat alat suhu air dengan studi kasus rancang bangun alat sistem pengaturan suhu air hingga 100°C dengan menggunakan sensor PT100. arduino digunakan sebagai kontroler dan pemroses sinyal serta Liquid Crystal Display (LCD) dengan karakter 2x16 berfungsi untuk penampilan data. PT100 suatu sensor yang dapat mendeteksi suhu air.

### **Metode Penelitian**

Fluida adalah salah satu zat yang bisa mengalami perubahan-perubahan bentuknya secara *continur/ter-menerus* bila tekanan/gaya geser walaupun relatif kecil atau bisa juga dikatakan suatu zat yang mengalir. Fluida adalah zat yang dapat mengalir. Jadi istilah fluida termasuk cairan dan gas. Zat cair dan gas tidak mempertahankan bentuk yang tetap. Keduanya memiliki kemampuan untuk mengalir. Dengan kondisinya fluida dibagi menjadi 2 keadaan yaitu fluida statis dan fluida dinamis. Fluida statis adalah fluida yang berada kondisi diam dan tidak bergerak. Contohnya air sumur, air dalam gelas dan air laut. Fluida dinamis adalah fluida yang berada dalam kondisi bergerak atau mengalir. Contohnya adalah aliran air dan angin. Dari fluida dinamis di temukan energi potensial yang dapat dijadikan sumber energi listrik.

Prinsip Bernoulli adalah istilah didalam mekanika fluida yang menyatakan bahwa pada suatu aliran fluida, peningkatan pada kecepatan fluida akan menimbulkan penurunan tekanan pada aliran tersebut. Prinsip ini diambil dari nama ilmuwan Belanda/Swiss yang bernama Daniel Bernoulli. Aliran dari suatu dari suatu segmen fluida ideal yang melewati pipa tidak beraturan dalam selang waktu di tunjukan Gambar di bawah.



### Komponen

Pada BAB 1 dan 2 merupakan penjelasan komponen yang digunakan pada penelitian

#### 1. Sensor Tekanan (SKU237545)

Sensor tekanan mengukur tekanan, biasanya gas atau cairan. Tekanan adalah ekspresi dari gaya yang di butuhkan untuk menghentikan cairan dari peluas, dan biasanya dinyatakan dalam hal gaya per satuan luas. Gambar 2.2 berikut adalah gambar sensor tekanan yang digunakan pada Tugas Akhir ini. Sensor tekanan adalah sensor untuk mengukur tekanan suatu zat. Tekanan ( $p$ ) adalah satuan fisika untuk menyatakan gaya ( $F$ ) per satuan luas ( $A$ ). Satuan tekanan sering digunakan untuk mengukur kekuatan dari suatu cairan atau gas. Prinsip kerja dari sensor tekanan ini adalah mengubah tegangan mekanis menjadi sinyal listrik. Kurang ketegangan didasarkan pada prinsip bahwa tahanan pengantar berubah dengan panjang dan luas penampang.

#### 2. Arduino Mega

Arduin merupakan mikrokontroler yang menggunakan komponen utama IC atmega. Dimana IC Atmega yang tertanam pada Arduino akan melakukan proses masukan, keluaran dan penyimpanan data. Ada beberapa jenis Arduino, yang bedakan antara satu dan lainnya adalah jenis IC atmega yang di gunakan dan jumlah PINnya. Arduino mega merupakan *board* mikrokontroler yang menggunakan komponen utama atmega 2560 di gunakan untuk mengelola data yang dapat di sensor. *Board* ini memiliki pin I/O yang relatif banyak, 54 digital *input/output*, 15 buah di antaranya dapat di gunakan sebagai *output* PWM, 16 buah analog *input*, 4 UART. Arduino mega di lengkapi Kristal 16. Mhz untuk penggunaan relatif sederhana tinggal menghubungkan *power* dari USB ke PC / laptop atau melalui *jack* DC menggunakan adaptor 7-12 V DC. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dari spesifikasi Arduino. Pin digital Arduino Mega ada 54 pin yang dapat digunakan sebagai input atau output dan 16 pin Analog berlabel A0 sampai A15 sebagai ADC, setiap Pin Analog memiliki resolusi sebesar 10 bit. Arduino Mega dilengkapi dengan pin dengan fungsi khusus, Contoh gambar Arduino Mega.

#### 3. LCD 16x2

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan

cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau menyalurkan cahaya dari *back-lit*. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dalam bentuk tampilan tujuh segmen dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan *sandwich* memiliki *polarizer* cahaya vertikal depan dan *polarizer* cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.

#### 4. Sensor Temperatur

Temperatur aliran fluida (cairan, gas, atau uap air) yang mengalir di dalam sebuah pipa dapat diukur dengan menggunakan termometer kaca, termometer tahanan listrik, atau *jugathermocouple*. Termometer yang digunakan untuk mengukur temperatur aliran fluida dipasang di dalam sebuah selongsong yang berfungsi untuk melindungi termometer dari keausan, rangkaian ini biasa disebut dengan istilah *thermowell*. Namun di antara beberapa jenis termometer yang dapat digunakan untuk mengukur temperatur aliran fluida tersebut, *thermocouple* menjadi jenis yang paling banyak digunakan. Hal ini karena *thermocouple* dapat dipasang di sisi luar selongsong, selongsong tersebut ditanamkan masuk ke dalam pipa aliran fluida.

#### 5. Modul ESP8266

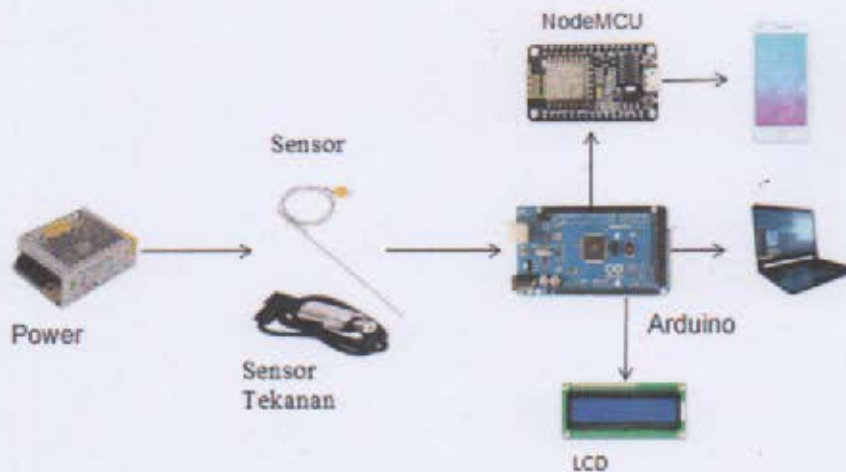
NodeMCU merupakan papan pengembangan produk Internet of Things (IoT) yang berbasisan Firmware eLua dan System on a Chip (SoC) ESP8266-12E. ESP8266 sendiri merupakan chip WiFi dengan protocol stack TCP/IP yang lengkap. NodeMCU dapat dianalogikan sebagai board arduino-nya ESP8266. Program ESP8266 sedikit merepotkan karena diperlukan beberapa teknik wiring serta tambahan modul USB to serial untuk mengunduh program. Namun NodeMCU telah me-package ESP8266 ke dalam sebuah board yang kompak dengan berbagai fitur layaknya mikrokontroler + kapabilitas akses terhadap Wifi juga chip komunikasi USB to serial. Sehingga untuk memprogramnya hanya diperlukan ekstensi kabel data USB persis yang digunakan *charging smarphone*. (Kurniawan, 2017).

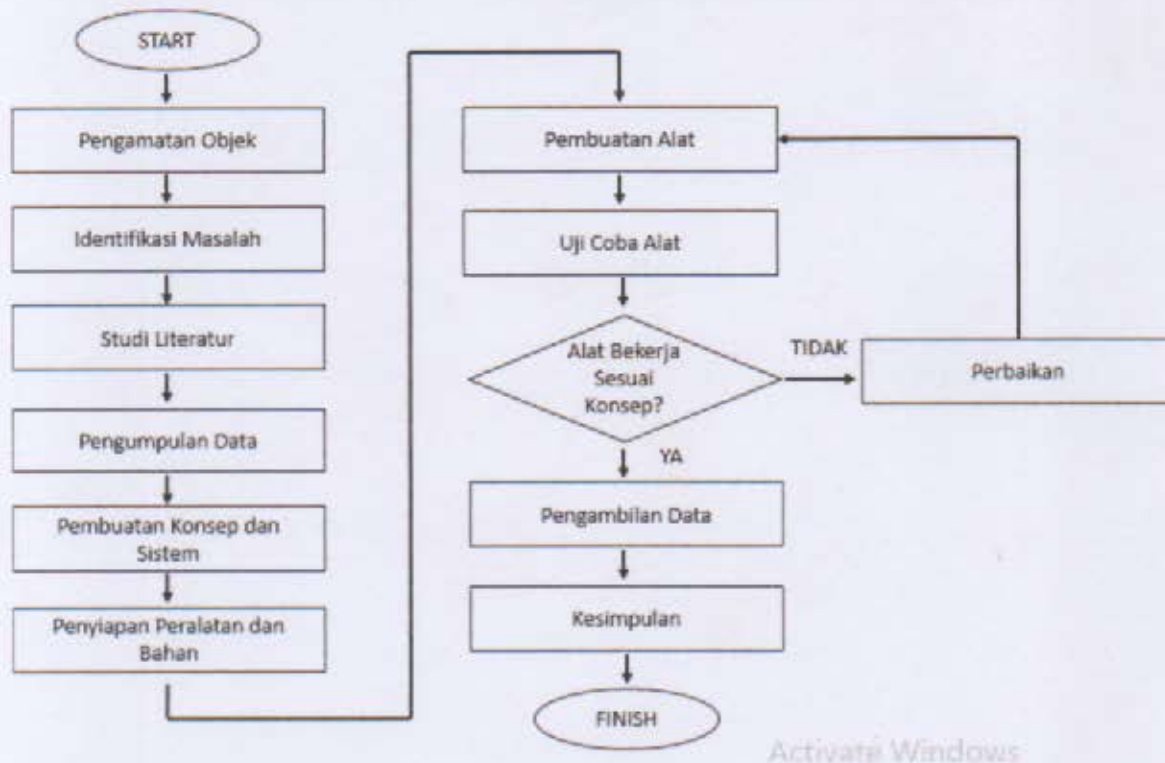
Penjelasan Flowchart :

1. Menyusun konsep alat, yaitu proses untuk menentukan sistem dari alat yang akan dibuat.
2. Mengumpulkan informasi atau proses untuk mengumpulkan dan mencari referensi dari buku-buku, artikel, *datasheet* komponen, dan sumber internet lainnya seputar alat yang akan dirancang
3. Analisa informasi, setelah mendapatkan referensi yang dirasa cukup maka informasi tersebut tentunya harus dianalisa kembali untuk menentukan bentuk, bahan, serta komponen-komponen apa saja yang nantinya dibutuhkan.
4. Perancangan Hardware, ketika seluruh informasi yang dibutuhkan terkumpul dilanjut dengan pembuatan alat menjadi satu kesatuan yang meliputi pembuatan dan komponen lainnya.
5. Pembuatan program, setelah *hardware* jadi maka proses selanjutnya membuat program.

6. Tahap pengujian, pada tahap pengujian ini alat diuji satu persatu untuk mengetahui *error* pada setiap komponennya.
7. Proses perbaikan, pada tahap ini dimaksudkan untuk melakukan perbaikan apabila terjadi *error* pada setiap komponen yang telah di periksa pada tahap pengujian.
8. Pengujian total, pada tahap ini setiap komponen yang terpisah meliputi sensor, sistem arduino, hingga ke output berupa LCD untuk dilihat apakah ada *error* atau tidak.
9. Proses penyempurnaan, yakni proses yang dilakukan untuk memperbaiki *bug* sistem yang telah dirancang, perbaikan meliputi sistem mekanik, elektrika atau bahkan dari segi *coding* yang perlu diperbaiki.
10. Proses uji coba, setelah melakukan penyempurnaan pada alat maka sangatlah dianggap perlu untuk mencoba kelayakan dari alat yang telah di perbaiki dan dilakukan penyempurnaan, apakah telah bekerja sesuai dengan konsep yang kita susun atau tidak.
11. Kesimpulan, yaitu hasil akhir dari perancangan alat.

Pada penelitian ini dapat memonitoring Tekan pada pipa dapat dilihat Rancangan sistem monitoring





### Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan metode mengamati permasalahan yang terjadi di tempat OJT dan mencari solusi untuk mengatasinya, sehingga dapat dijadikan sebagai bahan penelitian. Selain itu identifikasi masalah juga dilakukan dengan membaca jurnal dari penelitian terdahulu untuk mengetahui kelemahan dari alat hasil penelitian yang dilakukan. Identifikasi masalah juga dijadikan sebagai acuan untuk mencari data awal yang diperlukan untuk menambah referensi Tugas Akhir.

### Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan data yang diperoleh berdasarkan referensi buku atau laporan yang tersedia, sehingga dapat dijadikan sebagai acuan dalam pembuatan Tugas Akhir. Referensi/sumber yang diperoleh berupa artikel, laporan penelitian sebelumnya dan jurnal ilmiah yang diperoleh dari media internet atau buku.

### Hasil

Letak titik kebocoran dapat dilihat pada Gambar 3.1. Untuk pengujian tanpa aliran, yang pertama dilakukan adalah membaca nilai tekanan yang tertera pada LCD pada kondisi pompa mati Langkah langkah dari pengujian ini antara lain:

1. Memasang semua sensor pada titik yang sudah ada di pipa. 2. Menyalakan Arduino dan sambungkan sensor pada Arduino Uno.
2. Mencatat nilai yang ditampilkan di LCD .
3. Mengulang langkah 1-3

NO	KONDISI	Pressure Gauge	Sensor Pressure

1	Tidak di beri tekanan	0.00 bar	0.00 bar
2	Tekanan Ketika Stop Valve Ditutup $\pm 45^\circ$	9.71 bar	8,74 bar
3	Tekanan Ketika Stop Valve Ditutup $\pm 54^\circ$	12,00	12,22

Pengujian Kebocoran Pada sebbab ini dilakukan pengujian terhadap alat simulasi ketika keadaan kebocoran . Langkah langkah dari pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Memasang semua sensor pada titik yang sudah ada di pipa.
2. Menyalakan Arduino dan sambungkan sensor pada Arduino
3. Menyalakan pompa air dan atur stop valve pada  $\pm 54^\circ$  tertutup
4. Mencatat tekanan yang ditampilkan pada LCD dengan kondisi awal, kondisi kran kebocoran dibuka  $20^\circ$ .
5. Mengulangi langkah 1-4 untuk Data hasil pengujian adalah sebagai berikut :

Tekanan Ketika Stop Valve Ditutup  $\pm 54^\circ$  Tanpa Kebocoran (Normal)

NO	Pressure Gauge	Sensor Pressure
1	12.72 bar	11.72 bar
2	12.70 bar	11.85 bar
3	12.78 bar	11.67 bar
4	12.72 bar	11.91 bar

Tekanan Ketika Stop Valve Ditutup  $\pm 54^\circ$  Kran Kebocoran 1 Dibuka  $\pm 20^\circ$

NO	Pressure Gauge	Sensor Pressure
1	11.06 bar	10.6 bar
2	10.93 bar	9.92 bar
3	10.87 bar	9.85 bar
4	10.73 bar	9.70 bar

## Pembahasan

Dalam membuat suatu sistem, pengujian dan analisa sangat diperlukan. Pengujian dan analisa bertujuan untuk mengetahui system bekerja sesuai rencana atau belum. Dari hasil pengujian dan analisa dapat diketahui kelemahan-kelemahan dari sistem, sehingga dapat dilakukan perbaikan, pengembangan, dan penyempurnaan sistem. Dalam bab ini dibahas pengujian serta analisa dari perancangan sistem yang telah dibuat pada tugas akhir. Pengujian dilakukan secara parsial terlebih dahulu, tujuannya adalah untuk mengetahui kinerja *hardware* setiap unit. Setelah mengetahui respon kinerja *hardware* setiap unit, kemudian akan dilakukan pengujian integrasi sistem secara keseluruhan.

## Kesimpulan

Setelah tahapan pengujian sistem, akan didapatkan suatu hasil sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Jika pada saat alat yang diujikan tidak berjalan dengan baik, maka dilakukan pengetesan di setiap komponen dan juga pemogramannya. Selanjutnya melakukan analisis terhadap data-data yang telah dikumpulkan berdasarkan dari hasil pengujian, antara lain, mengumpulkan hasil data pengujian dengan data-data yang didapat dari perngujian alat. Data tersebut selanjutnya menjadi acuan untuk mengambil kesimpulan.

## Referensi

- Anggono, Tri. 2011. *Perancangan Sistem Kendali Tekanan Uap Pada Steam-Drum Boiler Skala Kecil Menggunakan Pid Dan Lqr*. Tesis tidak diterbitkan. Depok : Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Nugraha, Anggara Trisna, Moch Fadhil Ramadhan, and Muhammad Jafar Shiddiq. 2022. *Distributed Panel-Based Fire Alarm Design*. JEEMECs (Journal of Electrical Engineering, Mechatronic and Computer Science) 5.1
- Fadilah, Farrah. 2018 . *Telemetry Kebocoran Pipa Pada Distribusi Air Dengan Komunikasi Etherne. Tugas Akhir*. Jurusan D3 Teknik Elektro. Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- FF, D. 2019, Juli 15. *Mikrokontroler Arduino Mega 2560 R3*. Diambil kembali dari dickyff.blogspot: <https://dickyff.blogspot.com/2019/07/mikrokontroler-arduino-mega-2560-r3.html>
- FF, D. 2019, Juli 15. *Mikrokontroler Arduino Mega 2560 R3*. Diambil kembali dari dickyff.blogspot:
- Future Electronics. 2020. *NodeMCU (ESP8266 WiFi Programming & Development Kit)*. <https://store.fut-electronics.com/products/nodemcu-esp8266-programming-and-development-kit>. diakses 16 Januari 2020.
- Hariyanto, Duwi. 2016. *Deteksi Letak Kebocoran Pipa Ber-dasarkan Analisis debit Air Menggunakan teknologi sensor flowmeter berbasis TCP/IP, Skripsi*, Jurusan Fisika, FMI-PA, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Manurung, F. 2020 *Rancang Bangun Alat Deteksi Banjir Menggunakan Iot (Blynk) Berbasis Arduino Uno*, p. 16.
- Nugraha, Anggara Trisna, et al. 2021. *Design of Charger Controller on Wind Energy Power Plant With Arduino Uno Based on Pi Controller*. Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics 3.4.
- Prastyo, E. A. 2019. *Arsitektur dan Fitur ESP32 (Module ESP32) IoT*. Available at: <https://www.edukasielektronika.com/2019/07/arsitektur-dan-fitur-esp32-moduleesp32.html> (Accessed: 1 March 2021).
- Realdo, Adam Meredita, Anggara Trisna Nugraha, and Shubhrojit Misra. 2021. *Design and Development of Electricity Use Management System of Surabaya State Shipping Polytechnic Based on Decision Tree Algorithm*. Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics 3.4:179-184.
- Robith, A. M. 2020. *Mengenal Apa Itu Internet of Things dan Contoh Penerapannya*. Diambil kembali dari sekawanmedia: <https://www.sekawanmedia.co.id/blog/pengertian-internet-of-things/36>
- Samsugi, S., Ardiansyah, & Kastutara, D. 2018. *Arduino Dan Modul Wifi Esp8266 Sebagai Media Kendali Jarak Jauh Dengan Antarmuka Berbasis Android*. Jurnal TEKNOINFO, 12(1), 23–27.
- Sitepu, J. 2019. *Sensor Suhu DS18B20 denga Arduino dan Menampilkannya di LCD*.
- Utomo, Agung Prasetyo, et al. 2021. *Pelatihan Pembuatan Terumbu Buatan Berbasis Eco-Friendly Sebagai Sarana Rehabilitasi Terumbu Karang Di Daerah Pantai Wisata Pasir Putih, Situbondo*." INTEGRITAS: Jurnal Pengabdian 5.2: 298-311.
- Wardhana, Lingga. 2006. *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi Offset

Wasito S. 1986. *Kumpulan Data Penting Komponen Elektronika*. Jakarta: PT Multimedia  
<https://instrumentasipembangkit.wordpress.com/2017/04/24/pressure-transmitter/>

Zakariz, Naufal Praska, Anggara Trisna Nugraha, and Khongdet Phasinam. 2022. *The Effect of Inlet Notch Variations in Pico-hydro Power Plants with Experimental Methods to Obtain Optimal Turbine Speed*. *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics* 4.1: 35-41.