

ID: 21

Perancangan Sistem Penekuk *Plat* Menggunakan Elektro Pneumatik Berbasis PLC Omron CP1E

The Design of Plat Bending System Using Electro Pneumatic Based on PLC Omron CP1E

Feri Rivaldi^{1*}, Taufik Ramadhan², Fadli Afdhalash Adam³, Rina Mardiaty⁴, Agung TriWahyudi⁵, Nanang Ismail⁶

^{1,3,4,5,6} Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati
Bandung Jl. A.H. Nasution No. 105A, Cibiru, Bandung, Indonesia

² Departemen Teknik Otomasi

CV. Electrical Blues Creation, Bandung, Indonesia

1197070027@student.uinsgd.ac.id^{1*}, taufikr130198@gmail.com², 1197070021@student.uinsgd.ac.id³,
r_mardiaty@uinsgd.ac.id⁴, 1197070006@student.uinsgd.ac.id⁵, nanang.is@uinsgd.ac.id⁶

Abstrak – Penekukan merupakan suatu metode yang dilakukan untuk membentuk sebuah plat atau lembaran baik logam, aluminium, dan sejenisnya untuk menghasilkan bentuk sesuai dengan yang diinginkan. Sebelumnya dalam membentuk plat masih menggunakan palu dan landasan besi sebagai alasnya yang mana akan memakan waktu dan tenaga yang banyak. Untuk mengatasi hal tersebut maka dibuat alat penekuk dengan penekannya menggunakan udara atau pneumatik dan untuk mengendalikannya menggunakan PLC sehingga proses penekukan dapat dilakukan secara otomatis. Komponen utama dalam sistem ini adalah PLC, solenoid valve, push button, kompresor, dan single acting cylinder. PLC (Programmable Logic Controller) adalah suatu peralatan kontrol yang dapat diprogram untuk mengontrol proses atau operasi mesin. Kontrol program dari PLC adalah menganalisa sinyal input kemudian mengatur keadaan output sesuai dengan keinginan pemakai. Setelah dibuat rancangannya didapatkan hasil yang sesuai dimana piston pada single acting cylinder 1 menekan objek selama 5 detik kemudian kembali ke posisi awal. Piston pada single acting cylinder 2 akan menekan objek selama 3 detik dan hal ini akan terus berulang. Berdasarkan pengukuran waktu secara realtime menggunakan stopwatch, single acting cylinder 1 menekan objek selama 5,16 detik dengan nilai error 3,2% dan silinder 2 selama 3,1 detik dengan nilai error 3,3%.

Kata Kunci: bentuk, penekuk, PLC, pneumatik, silinder.

Abstract – Bending is a method used to form a plate or sheet of metal, aluminum, and the like to produce the desired shape. Previously, in forming the plate, they still used a hammer and an iron anvil as the base which would take a lot of time and energy. To overcome this, a bending device is made with the press using air or pneumatics and to control it using a PLC so that the bending process can be done automatically. The main components in this system are PLC, solenoid valve, push button, compressor, and single acting cylinder. PLC (Programmable Logic Controller) is a control device that can be programmed to control the process or machine operation. Program control from the PLC is to analyze the input signal and then adjust the output state according to the user's wishes. After the design is made, the appropriate results are obtained where the piston in the single acting cylinder 1 presses the object for 5 seconds then returns to its initial position. The piston in the single acting cylinder 2 will press the object for 3 seconds and this will continue to repeat. Based on real time measurement using a stopwatch, single acting cylinder 1 presses the object for 5.16 seconds with an error value of 3.2% and cylinder 2 for 3.1 seconds with an error value of 3.3%.

Keywords: shape, bending, PLC, pneumatic, cylinder

SENTER 2022, 17 November 2022, pp. 98-105

ISSN (p): 2985-4903

ISSN (e): 2986-2477

1. Pendahuluan

Penekukan atau *bending* merupakan suatu metode yang dilakukan untuk membentuk sebuah *plat* logam atau sejenisnya sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Sebelumnya dalam membentuk *plat* masih menggunakan palu dan landasan besi sebagai alasnya yang mana akan memakan waktu dan tenaga yang banyak.

Pembentukan *plat* mengalami kemajuan dengan ditemukannya proses penekukan atau *bending* dengan menggunakan penekan sistem hidrolik maupun pneumatik untuk mempercepat proses produksi dan meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Sebagaimana diketahui bahwa lembaran *plat* dengan bentuk gelombang mempunyai kekakuan yang lebih tinggi daripada lembaran *plat* yang rata [1]. Untuk membuat mesin menjadi otomatis dibutuhkan sebuah rangkaian elektronis yang di dalamnya terdapat sebuah PLC (*Programmable Logic Controller*) [2][3][4]. PLC merupakan sistem mikrokontroler yang khusus digunakan pada industri, dikarenakan kehandalan dan kemudahan dalam pengoperasian [5]. Dalam perancangan alat *bending* ini dikombinasikan dengan sistem pneumatik.

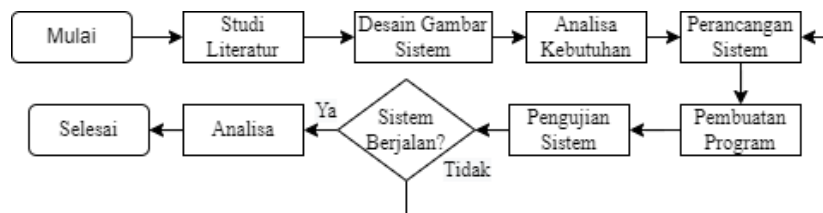
Pneumatik berasal dari bahasa Yunani *pneuma* yang artinya udara atau angin. Semua sistem yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimanfaatkan untuk menghasilkan suatu kerja disebut sistem *pneumatik*. Dalam penerapannya, sistem pneumatik banyak digunakan sebagai sistem otomatisasi pada dunia industri, mulai dari penyusunan, pencengkaman, pencetakan, pengaturan arah benda kerja, pemindahan/transfer, penyortiran sampai pengepakan barang [6].

Perancangan *bending* menggunakan komponen utama berupa *Solenoid Valve* atau katup listrik pada sistem pneumatik yang bertugas untuk mengontrol saluran udara yang bertekanan menuju aktuator pneumatik (*cylinder*) [7]. Silinder merupakan jenis aktuator yang digerakan oleh fluida, bisa berupa udara (*pneumatic*) ataupun minyak (*hidrolic*). Gerak yang dihasilkan silinder akibat dari gerakan linear atau maju dan mundur dari sebuah piston [8].

Penelitian ini berfokus pada perancangan sistem *bending* secara otomatis menggunakan mikrokontroler yaitu PLC, membuat program ladder menggunakan *software CX-Programmer*, menganalisis cara kerja sistem, dan melakukan pengujian terhadap sistem secara *realtime*.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini disusun dalam diagram alir penelitian seperti pada Gambar 1.

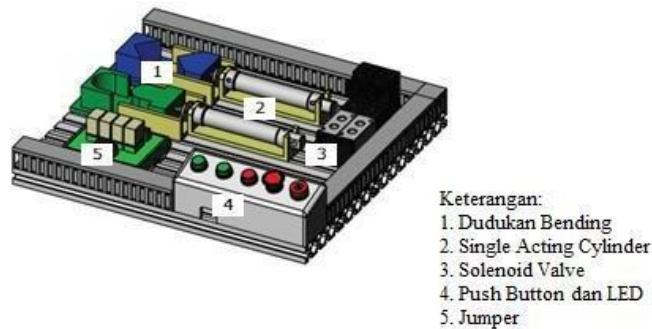


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tahap pertama dalam penelitian ini yaitu studi literatur mengenai pokok pembahasan yaitu sistem *bending*. Tahap selanjutnya pembuatan desain gambar sistem *bending* yang dibuat terlebih dahulu menggunakan *software solidworks*. Selanjutnya melakukan analisa kebutuhan baik dari segi *software* maupun *hardware*. Dari hasil analisis tersebut kemudian dilakukan perancangan *hardware* dan perancangan *software* program. Sistem yang telah dibuat kemudian diuji untuk mengetahui apakah sistem tersebut bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Tahap terakhir yaitu melakukan analisis untuk mendapatkan kesimpulan akhir.

2.1. Pembuatan Desain Gambar Sistem

Desain sistem *bending* dibuat menggunakan *software solidworks* sehingga akan mempermudah dalam menganalisis kebutuhan komponen yang akan digunakan. Dari desain tersebut terdapat beberapa komponen yang dibuat dengan printer 3D. Desain sistem *bending* seperti pada Gambar 2.

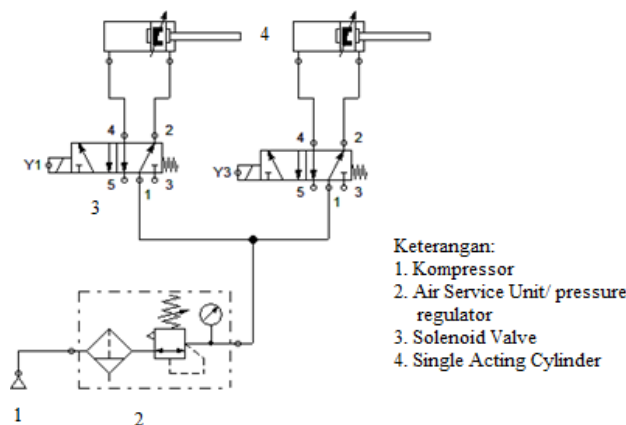


Gambar 2 Desain sistem *bending*

Dalam pembuatan sistem *bending* ini menggunakan elektro pneumatik, yaitu adalah sistem yang menggunakan gabungan komponen pneumatik dan elektrik. Penggunaan ini didasarkan pada kebutuhan atau tujuan untuk mengoptimalkan sistem [9].

2.2. Perancangan Sistem Bergerak

Sistem penggerak ini berfungsi untuk menggerakkan piston pada silinder menggunakan udara bertekanan yang disuplai oleh *solenoid valve 5/2*, dimana piston tersebut yang akan menekuk objek. Skema penggerak pada sistem *bending* seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 Skema sistem penggerak

Komponen-komponen sistem pneumatik dirancang untuk beroperasi pada tekanan udara 8 – 10 bar maksimum. Dalam praktiknya dianjurkan beroperasi pada tekanan 5 s/d 6 bar (500 s/d 600 kpa) untuk penggunaan yang ekonomis [10].

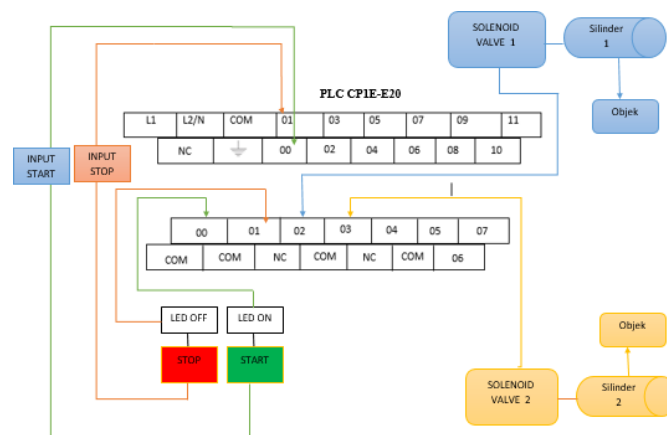
2.3. Perancangan Sistem Elektrik

Sistem elektrik pada sistem *bending* memiliki beberapa komponen yang diperlukan untuk mengoperasikannya. PLC Data pin I/O terhubung ke komponen aktuatur ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Input dan Output Sistem Bending

No	Komponen	Alamat PLC	Label
1	Push Button Start	I0.00	PB Start
2	Push Button Stop	I0.01	PB Stop
3	Lampu On	Q100.00	System on
4	Lampu Off	Q100.01	System off
5	Solenoid Valve 1	Q100.02	SV1
6	Solenoid Valve 2	Q100.03	SV2

Sistem *bending* menggunakan suplai listrik AC 220V dan DC 24V dari *power supply*. Komponen-komponen pada Tabel 1 dihubungkan pada *port* yang tersedia di PLC. Rangkaian sistem elektrik seperti pada Gambar 4.



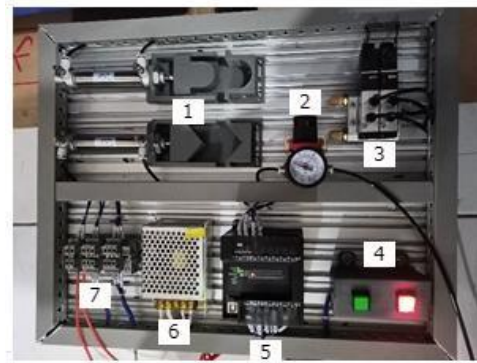
Gambar 4. Skema rangkaian elektrik sistem *bending*

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil implementasi dari sistem *bending plat* dilakukan dengan menganalisis spesifikasi alat dan fungsinya, program *ladder* pada sistem, cara kerja, dan pengujian alat secara *real time*. Pengujian sistem untuk menentukan parameter dan persentase kesalahan yang terjadi pada sistem.

3.1. Sfesifikasi Alat dan Fungsinya

Pada perancangan sistem *bending plat* terdiri atas beberapa komponen yaitu PLC sebagai pengendali kinerja pada sistem ini. *Power supply* berfungsi sebagai sumber daya pada sistem, dimana *power supply* yang digunakan adalah 24V. *Single Acting Cylinder* sebagai aktuator pada sistem dengan piston sebagai penekuk objeknya. *Solenoid valve* sebagai katup yang berfungsi untuk mengatur keluar masuknya udara bertekanan pada *Single Acting Cylinder*. *Air service unit* berfungsi untuk menyaring udara bertekanan dari kompresor karena pada kompresor udara yang dihisap dan ditekan masih bercampur dengan partikel debu yang dapat mengganggu pada *solenoid valve* dan *single acting cylinder*. *Push button* berfungsi untuk mengaktifkan dan mematikan sistem. Lampu *led* sebagai indikator untuk mengetahui sistem aktif atau tidak. Rancangan sistem *bending plat* seperti pada Gambar 5.

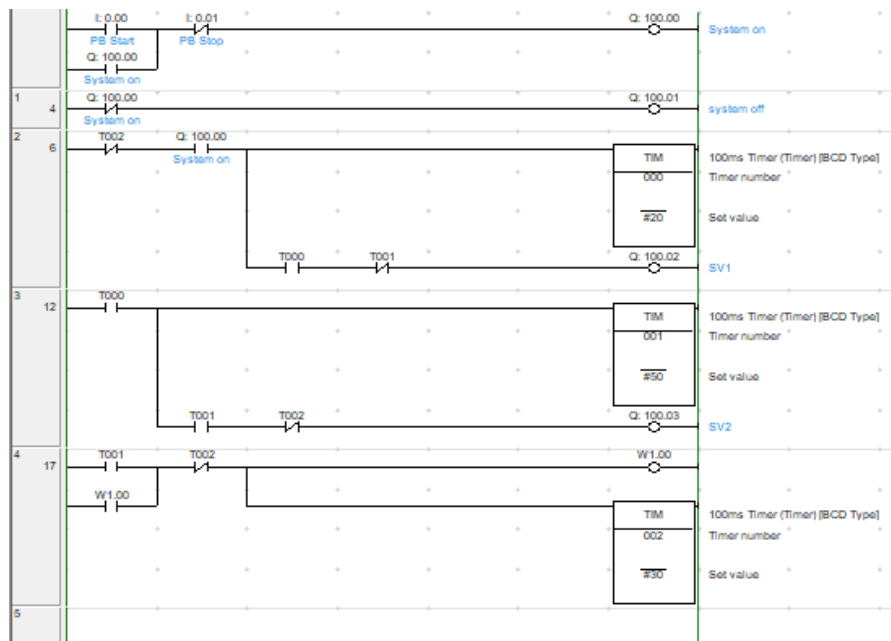


- Keterangan:
1. Single acting cylinder
 2. Air service unit
 3. Solenoid valve
 4. Push button dan Led
 5. PLC
 6. Power supply
 7. Jumper

Gambar 5. Rancangan sistem *bending plat*

3.2. Cara Kerja Sistem

Membuat program pada PLC dapat menggunakan *software CX-Programmer*. Dengan *CX-Programmer user* dapat memprogram aneka PLC buatan omron dan terdapat fitur simulasi tanpa harus terhubung dengan PLC, sehingga dapat melakukan simulasi *ladder diagram* yang telah dibuat. Program *ladder diagram*nya seperti pada Gambar 6.



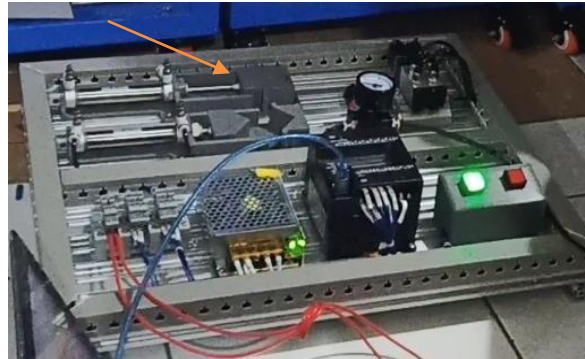
Gambar 6. *Ladder diagram* untuk sistem *bending*

Sistem *bending* ini terdiri dari komponen *input* yaitu *push button on* dan *off*, sedangkan untuk *output* terdiri dari 2 buah *solenoid valve* dan 2 buah *led*. Setiap komponen *input* dan *output* terhubung ke PLC sesuai dengan yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Cara kerja sistem saat udara yang dialirkan dari kompresor akan masuk terlebih dahulu ke *pressure regulator* agar tekanan udara menjadi stabil. Dari *pressure regulator* udara dialirkan ke *solenoid valve* yang akan mengatur keluar masuknya udara bertekanan ke *single acting cylinder*. Setelah semua program diunggah ke dalam PLC, maka tampilan awal alat akan seperti pada Gambar 6 dimana lampu *led* merah menyala sebagai indikator bahwa sistem dalam kondisi tidak aktif.

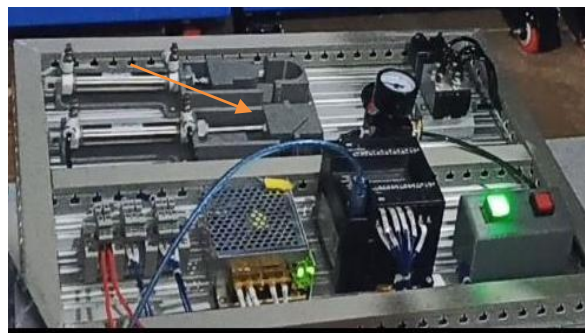
Saat tombol *start* yang berwarna hijau ditekan, lampu indikator hijau akan menyala dan lampu indikator merah akan mati yang menandakan bahwa sistem aktif. Kemudian terjadi *delay*

selama 2 detik. Setelah 2 detik, *Solenoid Valve 1* akan menggerakkan *single acting cylinder 1* dengan memberikan tekanan udara sehingga *piston* pada *single acting cylinder 1* dapat bergerak dan menekan objek selama 5 detik seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. *Piston single acting cylinder 1* menekan objek

Setelah 5 detik *single acting cylinder 1* akan kembali ke posisi awal lalu *solenoid valve 2* akan menggerakkan *single acting cylinder 2* dengan memberikan tekanan udara sehingga *piston* pada *single acting cylinder 2* akan bergerak dan menekan objek selama 3 detik seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. *Piston single acting cylinder 2* menekan objek

Setelah menekan selama 3 detik, *piston single acting cylinder 2* akan kembali ke posisi semula dan *piston single acting cylinder 1* akan menekan kembali selama 5 detik. Hal ini akan berulang secara terus menerus. Saat tombol *Stop* ditekan maka sistem akan berhenti bekerja dan lampu *led* merah akan menyala.

3.3. Pengujian Sistem Secara Real Time

Pada pengujian sistem *bending* dilakukan sebanyak 5 kali percobaan. Data hasil percobaan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Pengujian Secara *Realtime*

No	Proses <i>Bending Cylinder 1</i>	Proses <i>Bending Cylinder 2</i>
1	5,25 detik	3,18 detik
2	5,25 detik	3,06 detik
3	5,01 detik	3 detik
4	5,08 detik	3,13 detik
5	5,22 detik	3,15 detik

Rata-rata	5,16 detik	3,1 detik
Error	3,2 %	3,3%

Waktu yang diuji adalah lamanya sistem melakukan proses penekukan terhadap objek. Dalam proses penekukan ini terdapat 2 silinder yaitu silinder 1 dan silinder 2. Pada silinder 1 memiliki nilai rata-rata 5,16 detik dengan nilai error 3,2%. Pada silinder 2 memiliki nilai rata-rata 3,1 detik dengan nilai error 3,3%. Waktu yang diperoleh pada percobaan ini dipengaruhi oleh besar tekanan angin yang digunakan. Selain itu dipengaruhi oleh ketepatan pengukuran dalam melakukan pengujian menggunakan *stopwatch* juga mempengaruhi nilai yang dihasilkan.

4. Kesimpulan

Perancangan sistem *bending plat* menggunakan PLC dirancang untuk mempermudah dalam proses penekukan *plat* sehingga dapat bekerja secara otomatis. Komponen dalam sistem *bending* ini adalah PLC Omron CP1E, *Solenoid valve*, *single acting cylinder*, *power supply*, kompresor, *push button*, *led*. Cara kerja dari sistem *bending* sesuai dengan algoritma yang telah dirancang menggunakan *software CX-Programmer* dengan waktu *bending* pada silinder 1 selama 5 detik. Dibandingkan dengan pengukuran secara *realtime* menggunakan *stopwatch* waktu rata-rata yang diperoleh untuk silinder 1 selama 5,16 detik dengan nilai error 3,2% dan silinder 2 selama 3,1 detik dengan nilai error 3,3%.

Referensi

- [1] T. A. Wibowo, W. P. Raharjo, and B. Kusharjanta, "Perancangan Dan Analisis Kekuatan Konstruksi Mesin Tekuk Plat Hidrolik," *Mekanika*, vol. 12, no. 2, pp. 63–70, 2014.
- [2] S. Alamsyah and A. Saleh, "Perancangan sistem kontrol plc pada mesin bending rol pipa," *Tedc*, vol. 13, no. 3, pp. 228–232, 2019.
- [3] A. Khoryanton, A. Purnomo, F. T. Putri, and M. Nashrullah, "Penerapan Teknologi Mesin Bending guna Mempercepat Proses Bending pada Produk Gantungan Ayam di PT Todda Perkasa Semarang," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 16, no. 3, p. 417, 2021, doi: 10.32497/jrm.v16i3.3059.
- [4] F. Rahman, A. Natsir, and G. W. W, "Rancang Bangun ATS/AMF Sebagai Pengalih Catu Daya Otomatis Berbasis Programmable Logic Control," *Dielektrika*, vol. 2, no. 2, pp. 164–172, 2015.
- [5] F. G. Airlangga, A. Triwiyatno, and Sumardi, "Perancangan Sistem Automasi Pada Pengemasan Susu Dalam Botol Dengan Programmable Logic Controller (PLC) Omron CP1E terhadap Purwarupa Filling Bottle and Capping Machine," *Transient*, vol. 6, no. 1, pp. 103–109, 2017.
- [6] Said and Hanif, *Aplikasi Programmable Logic Controller (PLC) dan Sistem Pneumatik pada Manufaktur Industri*. Yogyakarta: Andi, 2012.
- [7] Moliza, Azhar, and S. Hardi, "Rancang Bangun Sistem Pengepresan Kaleng Minuman Otomatis Menggunakan Aktuator Pneumatik Berbasis Arduino Uno," *J. Tekro*, vol. 3, no. 1, pp. 64–69, 2019.
- [8] B. R. M. Iqbal Nur Fahmi, Wahyudi, "Perancangan dan Pembuatan Alat Pelipat Baja Dengan Pengontrol Sistem Elektro Pneumatik dan PLC Untuk Industri Konveksi 1,a," *J Mater.*, vol. 1, no. 2, pp. 46–55, 2017.
- [9] F. I. Anditha, T. Kabul, and W. Ym, "Perancangan dan Simulasi Elektro Pneumatik Holder Machinism Pada Sheet Metal Shearing Machine," *Profisiensi*, vol. 5, no. 1, pp. 51–60, 2018.
- [10] A. Panjaitan, M. Harahap, S. A. Syaputra, and ..., "Rancang Bangun Dan Simulasi Sistem Pneumatik Dengan 1 Silinder Sebagai Media Pembelajaran," *Atds Saintech*, vol. 2, no.2,

pp.38–45, 2021,[Online]. Available:
<https://ojs.atds.ac.id/index.php/atdssaintech/article/view/37%0Ahttps://ojs.atds.ac.id/index.php/atdssaintech/article/download/37/33>

Monitoring dan Control Station untuk Mitigasi Bencana Banjir Berbasis Internet of Things (IoT) Terintegrasi dengan Teknologi LoRa

Monitoring and Control Station for Flood Mitigation Based Internet of Things (IoT) Integrated with LoRa Technology

Rangga Julfian Hakim^{1*}, Roprop Latiefatul Millah², Ahmad Hafidz Fajrian³, RizkyMahesa Ramadhan⁴, Lia Kamelia⁵

^{1,2,3,4,5} Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung
Jl. A.H. Nasution No. 105A, Cibiru, Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia
1207070099@student.uinsgd.ac.id^{1*}, 1192070062@student.uinsgd.ac.id²,
1207070007@student.uinsgd.ac.id³, 1207070112@student.uinsgd.ac.id⁴,
l.kamelia@uinsgd.ac.id⁵

Abstrak – Posisi Indonesia berada tepat di garis khatulistiwa yaitu garis bumi yang terbagi menjadi 2 secara vertikal. Sehingga Indonesia hanya memiliki iklim tropis yang hanya memiliki 2 musim saja yaitu musim kemarau dan penghujan. Dengan adanya 2 musim yang terjadi di Indonesia menyebabkan Indonesia rentan terkena bencana seperti banjir dan kekeringan. Pada musim penghujan, bencana banjir sangat sering terjadi di Indonesia bukan hanya karena faktor musim saja yang mempengaruhi, akan tetapi kurangnya fasilitas penunjang seperti daerah resapan air yang masih kurang. Menurut data kebencanaan Indonesia pada tahun 2021, bencana alam banjir menduduki peringkat ke-2 dengan total kejadian bencana sebanyak 1.794 kali dalam 1 tahun. Dengan perkembangan teknologi tuntutan untuk memberikan informasi secara cepat dan tepat sangat diperlukan untuk mengatasi permasalahan-permasalahan yang terjadi khususnya pada siaga kebencanaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meminimalkan dampak bencana terutama banjir kepada penduduk yang tinggal di daerah rawan bencana dan menekan angka kerugian terhadap korban jiwa, ekonomi dan yang lainnya. Jenis penelitian ini adalah kualitatif dan kuantitatif dengan teknik pengumpulan data menggunakan studi pustaka. Analisis yang digunakan ialah analisis deskriptif dan pendekatan empiris. Sistem monitoring dengan menggunakan kontrol station ini terdapat 3 proses dalam sistem kendalinya yaitu input, proses, dan output. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa sistem monitoring banjir dengan menggunakan konsep komunikasi jarak jauh serta IoT memiliki kebermanfaatan yang tinggi. Dibuktikan pula pada sistem yang dirangkai memiliki tingkat keakuratan pengukuran pada tiap sensornya sebesar 100% dan pada sistem pengukuran tegangan listrik pada genangan air memiliki tingkat persentase sebesar 99%.

Kata Kunci: Bencana Banjir, Monitoring, Digital, IoT (Internet of Things), Mitigasi Bencana

Abstract – Indonesia's position is right on the equator, the earth's line which is divided into two vertically. So that Indonesia only has a tropical climate which only has 2 seasons, namely the dry season and the rainy season. With the 2 seasons that occur in Indonesia, Indonesia is vulnerable to disasters such as floods and droughts. In the rainy season, floods often occur in Indonesia, not only because of seasonal factors that affect it, but also the lack of supporting facilities such as insufficient water catchment areas. According to Indonesia's disaster data in 2021, flood natural disasters are ranked 2nd with a total of 1,794 disasters in 1 year. With the development of technology, the demand to provide information quickly and accurately is needed to overcome the problems that occur, especially in disaster preparedness. The purpose of this study is to minimize the impact of disasters, especially floods on residents living in disaster-prone areas and reduce the number of losses to casualties, the economy and others. This type of research is qualitative and quantitative with data collection techniques using literature studies. The analysis used is descriptive analysis and empirical approach. The monitoring system using this control station has 3 processes in the control system, namely input, process, and output. The results of this study state that a flood monitoring

system using the concept of long-distance communication and IoT has high usefulness. It is also proven that the system that is assembled has a measurement accuracy level of 100% for each sensor and the electric voltage measurement system in puddles has a percentage level of 99%.

Keywords: Flood Disaster, Monitoring, Digital, IoT (Internet of Things), Mitigation Disaster

1. Pendahuluan

Bencana alam adalah peristiwa alam yang melalui proses alam atau non alam, menimbulkan kerugian jiwa, harta benda, dan terganggunya tatanan kehidupan. Bencana memiliki berbagai dampak dan memerlukan upaya penanggulangannya yang disebut juga dengan mitigasi bencana. Mitigasi sendiri diartikan sebagai serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana melalui pembangunan fisik, atau membangun kesadaran dan kapasitas untuk menghadapi ancaman bencana [1].

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dalam penelitiannya telah melakukan verifikasi serta validasi data kebencanaan sepanjang tahun 2021 dari seluruh provinsi yang ada di Indonesia. Total dalam persentase selama tahun 2021 telah terjadi 5.402 kejadian bencana dan 99,5% nya bencana alam yang masuk ke dalam kategori hidrometeorologi [2].

Banjir sendiri dalam data BNPB pada tahun 2021 di seluruh provinsi Indonesia telah terjadi sebanyak 1.794 dan merupakan bencana alam yang sering terjadi di Indonesia. Hal tersebut dapat terjadi karena di Indonesia hanya memiliki 2 musim saja yaitu musim kemarau dan hujan dimana terjadi setiap 6 bulan sekali setiap tahunnya. Oleh karena itu banjir merupakan bencana alam yang masih sulit di tanggulangi oleh pemerintah dan penyebab terjadinya banjir juga banyak sekali diluar jumlah musim yang dimiliki oleh Indonesia.

Inovasi teknologi yang dapat digunakan pada saat terjadi banjir yaitu sistem deteksi dini banjir. Perangkat ini dimaksudkan untuk memperingatkan penduduk setempat sehingga mereka dapat mengetahui ketinggian banjir di mana kemungkinan banjir akan terjadi. Perangkat pendeteksi banjir berbasis IoT (*Internet of Things*) ini dikembangkan menggunakan sensor Ultrasonik HC-SR04, Mikrokontroler Arduino Uno, ESP01, *Water Level Sensor*, dan Sensor Tegangan.

Alasan menggunakan teknologi IoT (*Internet of Things*) karena menggunakan teknologi internet, sehingga materi ataupun informasi dapat disajikan dan tersedia secara *online*. IoT pada awalnya merupakan teknologi *remote control* atau *monitoring* melalui koneksi internet, dan pada umumnya IoT (*Internet of Things*) juga menggunakan perangkat sebagai alat *monitoring*, sehingga memudahkan pengguna untuk mengimplementasikannya [3].

Lebih lanjut, bencana alam adalah peristiwa alam yang melalui proses alam atau non alam, menimbulkan kerugian jiwa, harta benda, dan terganggunya tatanan kehidupan. Bencana memiliki berbagai dampak dan memerlukan upaya penanggulangannya yang disebut juga dengan mitigasi bencana. Mitigasi sendiri diartikan sebagai serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana melalui pembangunan fisik, atau membangun kesadaran dan kapasitas untuk menghadapi ancaman bencana.

LoRa (*Long Range*) adalah perangkat yang dapat menciptakan hubungan komunikasi jarak jauh. LoRa memiliki topologi jaringan *star of star*. LoRa memiliki jenis pengiriman data setengah dupleks. LoRa tidak bisa mengirim data langsung ke server, tetapi membutuhkan *gateway*. *Gateway* berfungsi sebagai penghubung dalam pengiriman data dan sebagai pengumpul sementara data yang dikirim dari jaringan ke server [4].

Sistem pemantauan digunakan untuk memantau, memantau, dan mengontrol apakah perangkat jaringan berfungsi. Pentingnya pemantauan adalah untuk secara teratur mengawasi perangkat bermasalah yang dapat mengganggu Internet. Masalah jaringan yang umum adalah perangkat jaringan yang tidak berfungsi atau ketidakstabilan daya ketika monitor jaringan manual atau pemeriksaan jaringan tidak menemukan kesalahan dan memakan waktu terlalu lama [5].

Control Station adalah sebuah stasiun kontrol untuk melakukan komunikasi jarak jauh yang berfungsi sebagai wadah untuk LoRa dalam melakukan pengiriman dan pemrosesan informasi

dari data yang dihasilkan oleh transmitter pada LoRa. Sesuai dengan spesifikasinya, LoRa memiliki jangkauan hingga 5km di perkotaan dengan banyak bangunan dan hingga 15km di daerah pinggiran kota. Faktanya, pengukuran diperoleh pada rekor jarak 832 km dengan memasang pemancar LoRa ke balon udara panas yang melayang 83 km di atas tanah [6].

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui inovasi yang tepat untuk meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat dalam mitigasi bencana alam berbasis IoT dan memudahkan pemberian informasi kepada masyarakat untuk bisa diakses oleh siapa saja dan dimana saja, skema kerja strategi mitigasi bencana berbasis IoT dan digitalisasi melalui sistem peringatan dini, dan potensi keberhasilan penerapan bencana terpadu. sistem mitigasi berbasis IoT dan digitalisasi untuk meminimalkan dampak bencana.

2. Metode Penelitian

2.1. Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kualitatif dan kuantitatif yang bersumber dari berbagai literatur yang relevan dan beberapa sumber dan referensi yang ada. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, data kualitatif tidak berupa angka-angka tetapi juga diperoleh dari rekaman, observasi, wawancara, atau bahan referensi tertulis. Data kuantitatif dapat diukur atau dihitung secara langsung sebagai angka atau variabel. Sumber-sumber tersebut antara lain data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana sebagai acuan utama data kebencanaan, website pemerintah nasional dan internasional untuk memperoleh informasi yang akurat, jurnal nasional dan internasional, serta buku-buku yang relevan dengan isu yang diangkat.

Penelitian ini menggunakan metode observasi tanpa partisipan atau metode observasi biasa, yaitu melakukan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti. Beberapa hal yang menjadi objek pengamatan dalam penelitian ini, antara lain fungsi modul dan tingkat akurasi pengukuran sensor yang digunakan pada tahap perancangan.

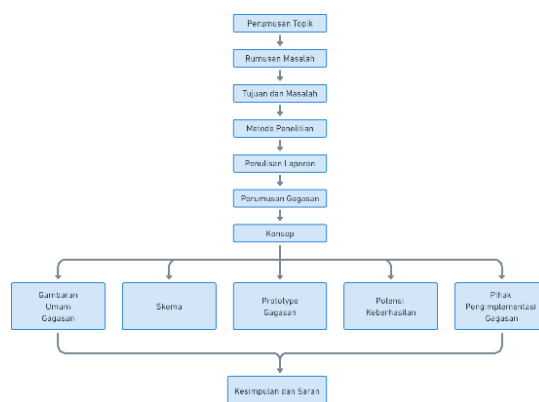
2.2. Teknik Analisis Data

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif analisis. Analisis deskriptif adalah metode untuk memeriksa status sekelompok orang, suatu objek, seperangkat kondisi, sistem pemikiran, atau kelas peristiwa di masa sekarang [7].

Data yang akan dianalisis adalah data yang bersumber dari studi kepustakaan. Studi kepustakaan adalah rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan pengumpulan data perpustakaan, membaca dan mencatat, serta mengelola bahan penelitian [8].

2.3. Kerangka Penelitian

Kerangka berpikir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka Berpikir

2.4. Luaran Penelitian

Luaran dari penelitian ini berupa website *monitoring* bencana alam banjir yang dapat diakses secara *mobile* dengan menggunakan *website* dengan perubahan data *monitoring* secara *real-time* yang dilengkapi dengan berbagai fitur pendukung terkait analisis dampak bencana sehingga masyarakat lebih siap menghadapi bencana alam. dan dampak bencana alam dapat diminimalisir melalui optimalisasi *Internet of Things*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Kebencanaan di Indonesia

Pada tahun 2021 terhitung sejak 1 Januari hingga 30 Desember, jumlah bencana alam di Indonesia mencapai 5.402. Dalam bencana tersebut, sedikitnya 7.630.692 orang yang terkena dampak menderita dan mengungsi ke tempat yang disebabkan oleh bencana alam di daerah mereka. Tujuh ratus dua puluh delapan jiwa manusia mati, dan 87 jiwa manusia menghilang. Sebanyak 14.915 orang luka-luka akibat bencana alam di wilayah mereka. Sebanyak 158.658 bangunan atau rumah rusak akibat bencana tersebut, di antaranya 21.335 rumah rusak berat, 27.936 rumah atau bangunan rusak sedang, dan 109.387 rumah atau bangunan rusak ringan.

BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) mencatat total kerusakan fasilitas yang terjadi pada tahun 2021 sebanyak 4.445 diantaranya rusak 1.755 sarana pendidikan, 2.232 sarana ibadah rusak, 458 sarana kesehatan rusak, 664 kantor rusak, dan 505 jembatan rusak.

Jumlah kejadian per jenis bencana alam pada tahun 2021 terdapat delapan jenis kejadian bencana alam yang akan terjadi pada tahun 2021, antara lain gempa bumi 24 kali, letusan gunung berapi satu kali, kebakaran hutan dan lahan 579 kali, kekeringan 15 kali, banjir sebanyak 1.794 kali, erosi 1.321 kali, cuaca ekstrim 1.577 kali, gelombang pasang dan abrasi 91 kali. Dari data yang disajikan, jumlah bencana alam yang paling banyak terjadi adalah banjir, yaitu sebanyak 1.794, dan peristiwa bencana yang paling sedikit terjadi adalah letusan gunung berapi, sebanyak satu kali dalam 1 tahun.

Di dalam sistem pada penelitian ini tentunya menggunakan sensor sebagai komponen utama untuk mendeteksi dan mendapatkan nilai atau data terkait perilaku atau kejadian yang akan dihasilkan dan beresiko mengalami kejadian bencana.

3.2. Konsep *Internet of Things* (IoT) dalam Sistem

Internet of Things (IoT) dalam sistem digunakan sebagai aplikasi *monitoring* yang dilakukan secara *real-time*, sehingga dapat diakses secara massal dengan menggunakan media komunikasi seperti *smartphone* ataupun yang lainnya yang tentu saja perangkat tersebut mudah mengakses internet.

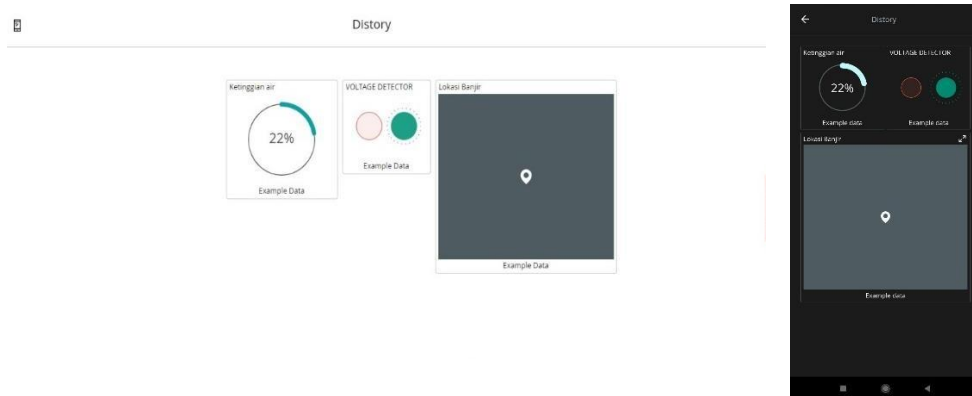
Aplikasi *monitoring* pada sistem ini menggunakan *Arduino Cloud*. *Arduino IoT Cloud* adalah *platform* *Arduino* yang didedikasikan untuk proyek IoT. *Arduino IoT Cloud* adalah produk modul mikrokontroler yang sama dan *open source*. Ini berarti dapat digunakan untuk banyak hal di ruang IoT, mulai dari mengukur suhu, tekanan, kelembaban dan yang lainnya, Seperti menggunakan *Arduino*. Untuk mendukung *platform* ini, *Arduino* juga telah membuat perangkat yang mendukung internet seperti: *Arduino MKR WiFi 1010* atau *Arduino Uno Wifi*. Jadi ketika menggunakan *Arduino Uno*, mereka menambahkan modul Wifi seperti *ESP8266*, yang tidak lagi diperlukan di produk saat ini [9].

3.3. Pengembangan Aplikasi Sistem Informasi Menggunakan Website *Arduino Cloud*

Pada aplikasi sistem informasi nilai yang ditampilkan pada *website monitoring* ialah nilai *real-time* dari berbagai sensor yang diukur seperti sensor ultrasonik, sensor level air, sensor pendeteksi tegangan di dalam genangan air. Pada sensor ultrasonik menggunakan jenis *HC-SR04* dimana sensor ini mengukur ketinggian air yang diperkirakan akan tergenang ataupun sudah tergenang. Nilai yang ditampilkan pada sensor ini berupa ketinggian dengan satuan meter (m).

Sensor selanjutnya yaitu *water level sensor* sensor ini digunakan untuk melakukan verifikasi bahwa ketinggian yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik adalah air bukan objek yang lain. Hasil yang ditampilkan pada sensor *water level* adalah notifikasi *true* atau *false* yang menyatakan bahwa apakah yang dideteksi air atau bukan.

Untuk sensor tegangan menggunakan 3 buah transistor BC547 yang berfungsi untuk mendeteksi apakah air mengandung arus listrik AC atau tidak. Kondisi *HIGH* atau *LOW* digunakan oleh sensor untuk membuat informasi apakah air yang diukur pada sistem mengandung aliran listrik atau tidak.



Gambar 2. Mockup Desain Website dan Apps Monitoring

3.4. Implementasi Target

Sasaran implementasi dari pengembangan aplikasi ini adalah masyarakat umum dan dapat diakses oleh masyarakat luas. Segmentasi pengguna yang spesifik adalah masyarakat yang berada di daerah darurat bencana alam, sehingga tindakan mitigasi bencana dapat dilakukan sejak dini sehingga dampak jika terjadi bencana akan lebih mudah untuk diminimalisir.

3.5. Sistem Transmisi untuk Mengirinkan Data Menggunakan LoRa

Teknologi LoRa (*Long Range*) memiliki ketahanan terhadap *noise* atau gangguan dari sinyal-sinyal yang tidak diinginkan yang selalu ada dalam suatu sistem transmisi yang nantinya dapat mengganggu dalam proses penerimaan dan pengiriman data. Teknologi LoRa juga memiliki jangkauan komunikasi lebih dari 2 Km dengan konfigurasi dan lingkungan yang sesuai [10]. Dibawah ini terdapat gambar desain *control station* LoRa untuk sistem transmisi dan *receiver*.



Gambar 3. Desain Alat Receiver dan Transmission menggunakan LoRa

3.6. Proses Prototyping

3.6.1. Alat dan Bahan

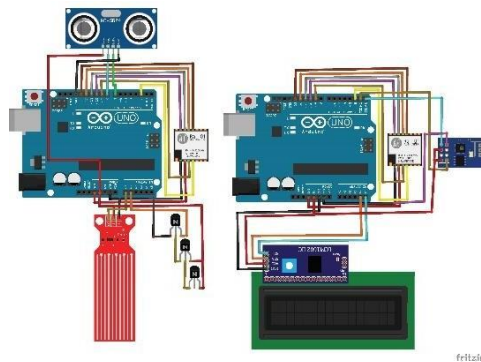
Dalam pembuatan sistem *monitoring* banjir ini menggunakan beberapa alat dan bahan yang familiar digunakan di bidang sistem kendali, sistem telekomunikasi, IoT (*Internet of Things*) dan masih banyak yang lainnya. Sehingga pada pembuatan sistem ini alat dan bahan mudah didapatkan. Berikut beberapa alat dan bahan yang digunakan pada sistem *monitoring* banjir yang telah disediakan pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Alat dan Bahan yang Dibutuhkan

No	Nama Alat dan Bahan	Kebutuhan dalam Jumlah
1	Arduino Uno	2
2	LoRa SX1278	2
3	Sensor Ultrasonik HC-SR04	1
4	ESP-01	1
5	Sensor Level Air	1
6	Transistor BC 547	3
7	Baterai 9VDC	2

3.6.2. Wiring Diagram

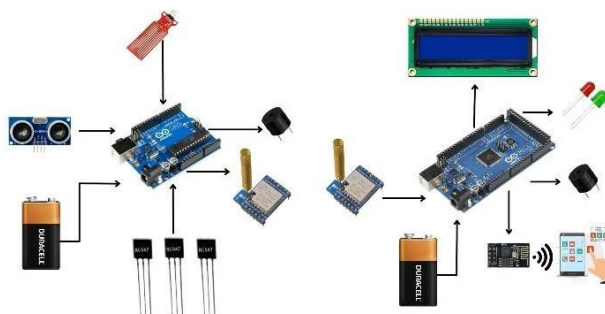
Dibawah ini merupakan proses pengawatan jalur rangkaian atau yang bisa kita sebut dengan *wiring*. Proses ini dibuat dengan tujuan untuk memudahkan peneliti pada saat proses perakitan prototipe sistem yang dirancang sehingga peneliti dapat menyusun dan mengetahui tata letak penempatan sensor, mikrokontroller, aktuator ataupun *output* dengan baik dan benar.



Gambar 4. *Wiring Diagram* dari Sistem

3.6.3. Desain Sistem

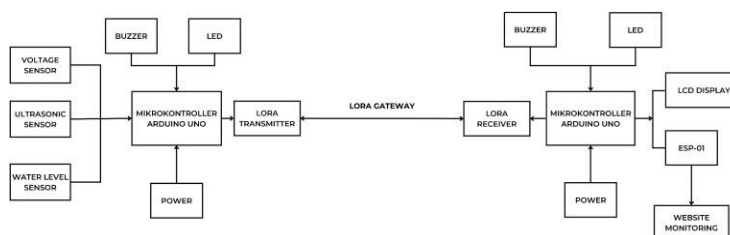
Dibawah ini merupakan konsep desain sistem yang dibuat. Desain sistem ini bertujuan untuk memberikan gambaran secara umum terkait tata letak sensor yang digunakan sebagai input, mikrokontroller, ataupun output. Desain sistem ini merupakan gambaran persiapan dari desain secara rinci sehingga memudahkan peneliti dalam membuat sistem. Desain sistem biasanya mengidentifikasi seluruh komponen yang digunakan dengan jelas.



Gambar 5. Desain Skematik dari Sistem

3.6.4. Diagram Blok

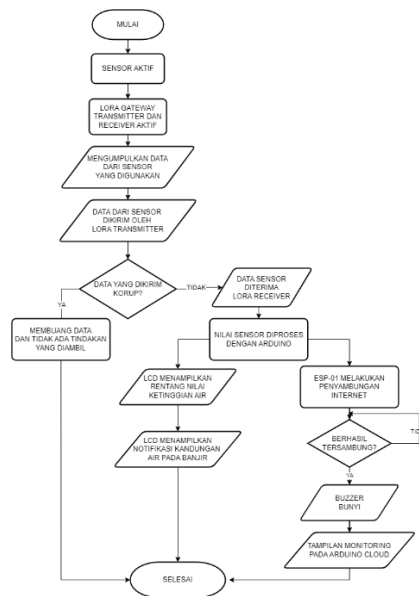
Dibawah ini merupakan konsep atau proses sistem yang di gambarkan dengan menggunakan diagram blok. Diagram blok ini berfungsi untuk menjelaskan proses sistem bekerja. Diagram blok pada umumnya disajikan dalam bentuk kotak dimana didalamnya berisi komponen input, proses dan output yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 6. Diagram Blok dari Sistem

3.6.5. Diagram Alir

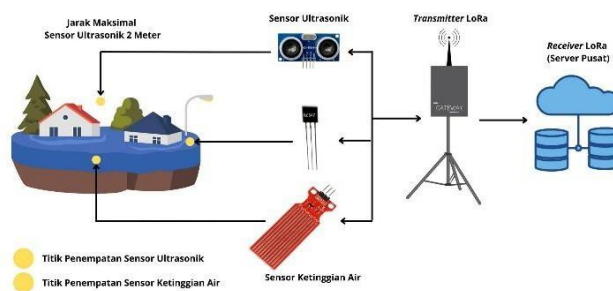
Proses awal dimulai dari aktifnya sensor level air, ultrasonik, dan sensor tegangan yang disusun oleh 3 buah transistiro BC547. *Water level* sensor mendeteksi ketinggian air pada daerah rawan banjir untuk menyimpulkan apakah genangan yang terdeteksi termasuk tanda-tanda banjir akan terjadi ataupun hanya genangan biasa saja. Sensor ultrasonik berperan untuk melakukan perhitungan ketinggian air yang terjadi pada saat air mulai menggenang di tempat stasiun kontrol LoRa terpasang. Transistor BC547 dipasang untuk mendeteksi apakah genangan air yang terjadi mendeteksi terdapat tegangan listrik yang terkandung di dalam air ataupun tidak. Sensor ini digunakan sebagai sistem proteksi untuk mendeteksi awal apakah air yang menggenang berbahaya bagi keselamatan warga sekitar ataupun tidak berbahaya. Setelah sensor mendapatkan nilai nilai dari hasil pengukuran masing-masing, nilai tersebut langsung dikirimkan oleh LoRa transmisi untuk mengumpulkan semua nilai yang telah ditangkap oleh sensor. Selanjutnya LoRa transmisi akan mengirimkan sinyal kepada LoRa *receiver* melalui jalur gateway yang telah di sediakan. Pada LoRa *receiver* data di proses oleh mikrokontroller untuk selanjutnya di tampilkan dengan 2 cara yaitu melalui LCD yang disediakan serta menggunakan konsep IoT (*Internet of Things*) dalam penyampaian informasi yang didapatkan oleh LoRa transmisi di tempat terjadinya bencana. Pada IoT ini menggunakan tampilan *website monitoring* dengan menggunakan bantuan *Arduino Cloud*. Data yang ditampilkan berupa nilai ketinggian air, ketinggian genangan air, dan keterangan apakah genangan tersebut terdapat tegangan listrik ataupun tidak.



Gambar 7. Diagram Alir

3.6.6. Desain Sistem Receiver dan Transmission LoRa Pada Skema Bencana

Kedua alat ini sangat penting sebagai pengirim data berupa sinyal yang nantinya akan diolah menjadi sebuah informasi yang dapat diakses oleh pengguna sehingga dapat memenuhi tujuan dari terciptanya suatu sistem ini. LoRa *transmission* berfungsi sebagai pengirim sinyal yang telah terpasang oleh sensor yang ditempatkan di berbagai titik daerah rawan bencana. Sehingga, ketika sensor menerima sinyal ataupun data dari lingkungan sekitar, nilai atau sinyal tersebut di teruskan oleh LoRa menuju LoRa yang berfungsi sebagai *receiver*, ketika *receiver* sudah mendapatkan sinyal ataupun data yang sebelumnya dikirimkan oleh *transmitter* maka kemudian data tersebut bisa diproses ke sistem digitalisasi *mobile apps* dengan menggunakan konsep *Internet of Things*.

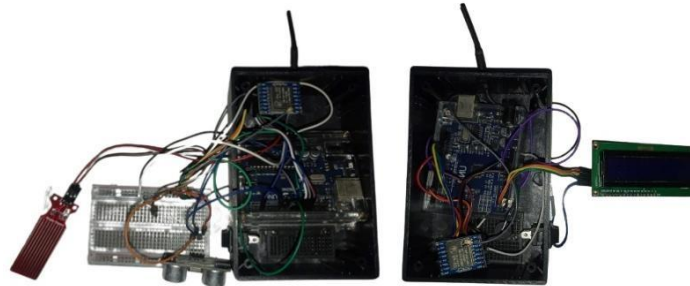


Gambar 8. Sistem LoRa dan Penempatan Sensor di *Control Station* LoRa

3.6.7. Proses Perakitan Sistem LoRa

Kedua alat ini sangat penting sebagai pengirim data berupa sinyal yang nantinya akan diolah menjadi sebuah informasi yang dapat diakses oleh pengguna sehingga dapat memenuhi tujuan dari terciptanya suatu sistem ini. LoRa *transmission* berfungsi sebagai pengirim sinyal yang telah terpasang oleh sensor yang ditempatkan di berbagai titik daerah rawan bencana. Sehingga, Ketika

sensor menerima sinyal ataupun data dari lingkungan sekitar, nilai atau sinyal tersebut di teruskan oleh LoRa menuju LoRa yang berfungsi sebagai *receiver*, ketika *receiver* sudah mendapatkan sinyal ataupun data yang sebelumnya dikirimkan oleh *transmitter* maka kemudian data tersebut bisa diproses ke sistem digitalisasi *mobile apps* dengan menggunakan konsep *Internet of Things*.



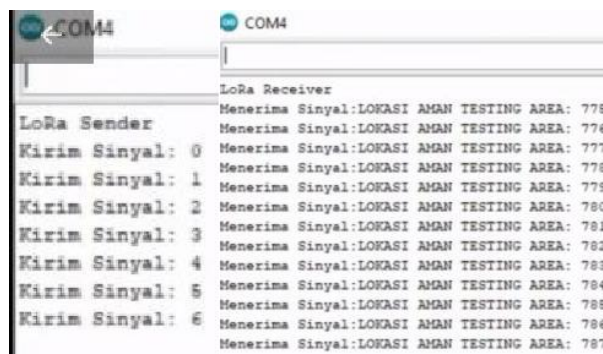
Gambar 9. Bentuk Fisik LoRa untuk Sistem *Receiver* dan *Transmission*

3.6.8. Pengujian Sistem

Pada penelitian ini dilakukan proses pengujian guna mendapatkan nilai hasil pengukuran pada setiap sensor yang digunakan. Pengukuran ini sangat penting dilakukan karena ini merupakan bagian inti dari sebuah penelitian untuk mendapatkan kesimpulan hasil sistem yang digunakan. Beberapa tahap pengujian yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya melakukan pengujian terhadap sensor ketinggian air, sensor ultrasonik dan sensor tegangan. Nilai yang dihasilkan oleh masing-masing sensor di tampilkan pada layar sebuah perangkat keras berupa LCD berukuran 16x2 cm.



Gambar 10. Kondisi Alat Peraga untuk mengukur ketinggian Air



Gambar 11. Tampilan *Serial Monitor* pada Sistem LoRa

Saat melakukan komunikasi data pada saat melakukan simulasi salah satu bencana menggunakan *serial monitor* untuk mengetahui proses pengiriman data secara langsung sehingga bisa memantau apa yang terjadi pada saat mengirimkan data yang ditangkap oleh sensor. Pada saat proses uji coba pengiriman data dari LoRa pemancar ke LoRa penerima, LoRa penerima melakukan pengiriman data *counter*, data ini didapatkan oleh sensor yang terpasang pada LoRa pengirim, sehingga pada tampilan LoRa penerima terdapat indikasi “LOKASI AMAN” menandakan tidak ada kegiatan yang mengindikasikan bahwa lokasi tersebut terdapat atau akan terjadi bencana alam. Sehingga LoRa terus mengirimkan data nya selama catu daya dari kedua tiang pemancar ini masih aktif.

Tabel 2. *Delay Antara Transmitter dan Receiver*

No	Jam	Jarak antara pengirim dan penerima (meter)	Waktu data di terima (detik)
1	15.43	2	0,8
2	15.43	3	0,8
3	15.43	3	0,8
4	15.44	4	0,8
5	15.44	4	1,5
6	15.45	4,5	0,9
7	15.49	5	1
8	15.55	7	0,9
9	15.57	7,5	1,2
10	16.00	10	1

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, terdapat *delay* yang artinya terhadap proses pengiriman data yang dilakukan oleh LoRa bergantung dengan letak *control station* yang dipasang. Didapatkan data bahwa *delay* pengiriman dan penerimaan data antara *transmitter* dan *receiver* dapat dikatakan relatif kecil karena waktu data yang diterima *receiver* paling lama adalah 1,5 detik dengan jarak 4 meter. Sedangkan *delay* yang paling kecil adalah 1 detik dengan jarak 10 meter. *Delay* yang dihasilkan bisa memiliki nilai kecil ataupun besar tergantung dengan halangan yang terletak sepanjang *control station* pada *transmisi* dan *receiver* yang terpasang. Semakin dikit halangan yang berada di dalam rentang *control station* maka waktu pengiriman data dari *station* transmisi dan *receiver* akan semakin cepat, begitupun sebaliknya.

Tabel 3. Tabel Data Hasil Pengukuran Ketinggian Air

No	Jam	Penggaris (cm)	Data Sensor setelah di terima (cm)
1	14. 23	5	5
2	14. 25	4	4
3	14. 28	8	8
4	14. 32	9	9
5	14. 35	13	13
6	14. 39	17	17
7	14. 40	20	19
8	14. 43	24	24
9	14. 45	27	27
10	14. 47	30	31
Persentase Tingkat Keakuratan			100%

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa data ketinggian setelah diterima relatif akurat. Hal ini dapat dibuktikan dengan membandingkan data yang telah diperoleh dengan pengukuran menggunakan penggaris dan sensor yang digunakan. Dimana 8 dari 10 pengujian menghasilkan data dengan ketinggian yang sama, sedangkan dua pengujian lainnya hanya menghasilkan data dengan selisih ketinggian 1 cm. Pengujian pada proses ini bertujuan untuk membandingkan sensor dengan alat ukur yang sudah ada untuk mengetahui tingkat keakuratan yang ada pada sensor yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 11. Tabel Data Keakuratan Pendeteksi Listrik

No	Tegangan	pendeteksi
1	ada	Terdeteksi
2	Tidak ada	Tidak Terdeteksi
3	ada	Terdeteksi
4	Tidak ada	Terdeteksi
5	Tidak ada	Tidak Terdeteksi
6	ada	Terdeteksi
7	ada	Terdeteksi
8	Tidak ada	Tidak Terdeteksi
9	ada	Terdeteksi
10	Tidak ada	Tidak Terdeteksi
Persentase Tingkat Keakuratan Deteksi		99%

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa pendeteksi listrik relatif akurat. Ketika terdapat tegangan, maka akan terdeteksi oleh sistem. Hal ini dibuktikan dengan pengujian deteksi tegangan 9 dari 10 sampel pengujian hasilnya sangat akurat. Pengujian terhadap sensor pendeteksi aliran listrik pada genangan air ini menjadi pembaharuan dari sistem yang telah ada. Karena, masih banyak kasus kebocoran listrik yang terjadi pada saat terjadi bencana banjir, sehingga peneliti melakukan pembaharuan untuk memperbaiki sistem yang telah ada sehingga dapat meminimalisir kecelakaan terhadap masyarakat pada saat terkena banjir.

4. Kesimpulan

Penerapan sistem ini dapat menjadi teknologi yang cocok untuk konsep sistem jarak jauh yang terintegrasi dengan IoT dan mengoptimalkan upaya pencegahan bencana. Teknologi ini memadukan aspek digitalisasi sistem informasi dengan pemanfaatan arduino *cloud* sebagai media *monitoring*.

Melalui penelitian ilmiah ini, sistem berjalan lancar sesuai dengan rancangan yang dibuat. Sistem ini dapat digunakan untuk tempat-tempat yang diidentifikasi rawan bencana banjir. Untuk kedepannya sistem ini akan lebih di kembangkan bukan hanya menampilkan nilai sensor yang terukur pada daerah yang dipasangkan oleh sistem, melainkan bisa menampilkan informasi lebih detail seperti letak lokasi pemasangan sistem, notifikasi keamanan daerah rawan bencana yang terkoneksi dengan *handphone* pengguna, sehingga pengguna yang menggunakan sistem ini terus menerus mendapatkan informasi yang lebih akurat dari sistem mitigasi bencana banjir ini.

Referensi

- [1] S. Nurjanah and E. Mursalin, "Pentingnya Mitigasi Bencana Alam Longsor Lahan: Studi Persepsi Mahasiswa," *Jurnal Basicedu*, vol. 6, no. 1, pp. 515–523, Dec. 2021, doi: 10.31004/basicedu.v6i1.1937.
- [2] A. C. Utomo, "BNPB Verifikasi 5.402 Kejadian Bencana Sepanjang Tahun 2021," *BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana)*, Feb. 04, 2022.

- [3] F. D. Hanggara and R. D. E. Putra, “Purwarupa Perangkat Deteksi Dini Banjir Berbasis Internet of Things,” *JIRE (Jurnal Informatika dan Rekayasa Elektronika)*, vol. 4, no. 1, pp. 87–94, Apr. 2021.
- [4] W. A. Permadi, H. P. K. Habibi, and M. H. H. Putri, “Pengembangan Automatic Water Level Recorder (AWLR) Berbasis IoT Sebagai Alat Mitigasi Resiko Potensi Bencana Banjir di Kota Bontang,” *PoliGrid*, vol. 2, no. 1, p. 30, Jun. 2021, doi: 10.46964/poligrid.v2i1.725.
- [5] Biro Teknologi Informasi, “Monitoring Jaringan? Bisa ,” *Universitas Muhammadiyah Surakarta*, Feb. 23, 2019. <https://bti.ums.ac.id/monitoring-jaringan-bisa/> (accessed Nov. 05, 2022).
- [6] R. Aditya, “Jenis Metode Penelitian, Selain Kualitatif dan Kuantitatif,” *suara*, Sep. 07, 2021.
- [7] Y. Abdhul, “Studi Pustaka: Pengertian, Tujuan dan Metode,” *deepublish*, Nov. 25, 2021.
- [8] Indobot, “Berkenalan dengan Arduino IoT Cloud,” *INDOBOT*, Sep. 11, 2021.
- [9] H. Arijuddin, A. Bhawiyuga, and K. Amron, “Pengembangan Sistem Perantara Pengiriman Data Menggunakan Modul Komunikasi LoRa dan Protokol MQTT Pada Wireless Sensor Network,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 2, pp. 1655–1659, Feb. 2019.