

Implementasi *Pulse Width Modulation* (PWM) Pada Penyaluran Limbah Cair Pupuk Kelapa Sawit Berbasis Arduino

Fascal Baramuli Lubis, Ahmad Yanie

Teknik Elektro, Konsentrasi Energi Listrik, Fakultas Teknik dan Komputer,
Universitas Harapan Medan, Jl. H.M Joni No. 79 C, Medan
fascalbaramulilubis11@gmail.com; yanie7578@gmail.com

Abstrak

Pada era sekarang ini pemanfaatan teknologi sangat berkembang pesat terutama pada sektor perindustrian, salah satunya yaitu industri kelapa sawit. Pemanfaatan teknologi dapat dikembangkan salah satunya dalam membantu proses penyaluran limbah cair hasil olahan kelapa sawit. Selama ini proses penyaluran limbah hasil olahan buah kelapa sawit hanya dibiarkan dalam suatu lokasi pembuangan ataupun penampungan yang telah disediakan, menyebabkan kondisi penampungan limbah tersebut mengalami peluapan karena kelebihan kapasitas penampungan. Untuk itu salah satu solusi dalam membantu menyelesaikan suatu masalah tersebut dirancangkanlah suatu sistem penyaluran limbah cair kelapa sawit dengan menggunakan teknik pulse width modulation dan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi ketinggian limbah cair pada lokasi penampungan limbah. Berdasarkan ketinggian pada penampungan limbah tersebut pompa DC akan menyalurkan limbah ke penampungan lainnya dengan kecepatan yang diatur menggunakan teknik pulse width modulation sehingga sistem penyaluran dapat berjalan dengan otomatis. Dengan dirancangnya suatu sistem penyaluran limbah cair kelapa sawit ini diharapkan dapat membantu dalam proses penyalurannya dan menghindari peluapan pada lokasi penampungan limbah cair hasil pengolahan tersebut sehingga menjadikan penampungan limbah tersebut lebih terkontrol.

Kata Kunci : *Limbah cair, Sensor Ultrasonik, Pompa DC, Pulse Width Modulation*

I. PENDAHULUAN

Pada era modern sekarang ini, teknologi bertumbuh sangat pesat sebagian besar kehidupan sekarang sangat bergantung terhadap teknologi. Perkembangan teknologi tersebut tidak lagi menjadi suatu hal yang sedikit ditemukan apalagi dalam bidang perindustrian. Beberapa peran penting teknologi dalam bidang perindustrian salah satunya yaitu terciptanya suatu sistem cerdas yang membantu proses kerja dalam bidang tersebut, baik itu proses kerja dalam kantor maupun lapangan. Dengan demikian teknologi merupakan suatu solusi yang dapat dimanfaatkan dalam menciptakan suatu hal yang memiliki inovasi dan kontribusi yang tinggi. Salah satu pemanfaatan teknologi dapat dilakukan dalam hal penyaluran limbah cair kelapa sawit pada penampungan 1 dan penampungan lainnya.

Limbah merupakan sisa-sisa dari suatu pengolahan atau buangan dari hasil pengolahan. Begitu banyak jenis limbah yang ada misalnya limbah hasil olahan pabrik, ternak, rumah tangga, dan lain-lain. Bentuk limbah juga bermacam, ada limbah cair, padat, bahkan gas. Limbah biasanya memiliki bau atau aroma yang tidak sedap, hal ini yang menyebabkan limbah merupakan salah satu zat yang harus dibuang, untuk dapat menghindari ketidaknyamanan terhadap lingkungan. Namun dalam penelitian ini pembahasan lebih diutamakan pada bentuk limbah cair yaitu limbah cair kelapa sawit. Berkaitan dengan teknologi, pada suatu industri pabrik kelapa sawit terutama dalam hal penyaluran limbah cair hasil olahan, teknologi dapat dijadikan dan dikelola menjadi suatu solusi

terhadap sistem penyaluran limbah cair hasil olahan tersebut. Sistem penyaluran limbah cair ini dibangun untuk meningkatkan efektifitas penyaluran limbah tersebut karena dirancang sedemikian rupa untuk menciptakan kinerja sistem yang berbasis otomatisasi. Dalam hal ini cara kerja sistem penyaluran yang manual sebelumnya tidak lagi perlu untuk dilakukan karena sistem akan dibangun untuk berjalan secara otomatis, dengan begitu sistem bekerja secara efisien dan efektif serta dalam kegiatan pengawasannya pun tidak harus dilakukan secara rutin. Sistem bekerja berdasarkan volume ketinggian limbah, volume tersebut yang nantinya dijadikan suatu inputan sistem.

Untuk itu dalam penelitian ini diangkatlah skripsi dengan judul “Implementasi Teknik *Pulse Width Modulation* (PWM) Pada Penyaluran Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis Arduino”. Yaitu sebuah sistem yang bekerja mengalirkan limbah cair hasil olahan kelapa sawit pada penampungan 1 ke penampungan lainnya sehingga dapat menghindari luapan limbah pada penampungan awal karena volume limbah terlalu penuh. Sistem dirancang menggunakan pompa sedot yang memanfaatkan teknik pulse width modulation. Teknik tersebut berfungsi untuk mengatur kecepatan pompa sedot berdasarkan volume ketinggian limbah.

Sistem penyaluran limbah cair inilah yang nantinya diharapkan dapat membantu proses kerja pada suatu penampungan limbah cair hasil olahan kelapa sawit disuatu pabrik. Sehingga kondisi penampungan dapat terhindar dari kondisi luapan karena terlalu overload dalam menampung.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware*nya memiliki prosesor Atmel AVR dan *software*nya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Saat ini Arduino sangat populer di seluruh dunia. Banyak pemula yang belajar mengenal robotika dan elektronika lewat Arduino karena mudah dipelajari. Tapi tidak hanya pemula, para hobbyist atau profesional pun ikut senang mengembangkan aplikasi elektronik menggunakan Arduino. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan assembler yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) Arduino.

2.2 Arduino Software (IDE)

Arduino Uno R3 adalah papan pengembangan *development board* mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P. Disebut sebagai papan pengembangan karena *board* ini memang berfungsi sebagai arena *prototyping* sirkuit mikrokontroler. Dengan menggunakan papan pengembangan, anda akan lebih mudah merangkai rangkaian elektronika mikrokontroler dibanding jika anda memulai merakit ATmega328 dari awal di *breadboard*. Kata "Uno" berasal dari bahasa Italia yang berarti "satu", dan dipilih untuk menandai peluncuran *Software Arduino (IDE)* versi 1.0. Arduino. Sejak awal peluncuran hingga sekarang, Uno telah berkembang menjadi versi Revisi 3 atau biasa ditulis REV 3 atau R3. *Software Arduino IDE*, yang bisa diinstall di Windows maupun Mac dan Linux, berfungsi sebagai *software* yang membantu anda memasukkan (*upload*) program ke chip ATmega328 dengan mudah. Arduino Uno R3 berbeda dengan semua board sebelumnya karena Arduino Uno R3 ini tidak menggunakan chipdriver FTDI USB-to-serial. Melainkan menggunakan fitur dari ATmega 16U2 yang diprogram sebagai converter USB-to-serial.

Board Arduino Uno memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut :

1. Pinout : menambahkan SDA dan SCL pin yang dekat ke pin aref dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat ke pin RESET, dengan I/O REF yang memungkinkan sebagai buffer untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari board sistem. Pengembangannya, sistem akan lebih kompatibel dengan prosesor yang menggunakan AVR, yang beroperasi dengan 5V dan dengan Arduino karena beroperasi dengan 3,3V. Yang kedua adalah pin yang tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan pengembangannya.
2. Sirkuit reset.
3. ATmega 16U2 ganti 8U yang digunakan sebagai converter USB-to-serial.

Arduino Uno R3 memiliki 6 input analog diberi label A0 sampai A5, masing – masing menyediakan 10-bit resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default sistem mengukur dari ground sampai 5 volt, meskipun mungkin untuk mengubah ujung atas rentang menggunakan pin AREF dan fungsi analog (*Reference*). Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus :

4. TWI : A4 atau SDA pin dan A5 atau SCL pin. Mendukung komunikasi TWI
5. AREF : Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan analog Reference()
6. RESET
7. Arduino Uno R3 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia di pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega16U2 pada board ini komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai com port virtual untuk perangkat lunak pada komputer. Firmware '16U2 menggunakan USB driver standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang diperlukan. Namun, pada Windows, file Inf diperlukan. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke board Arduino. RX dan TX di board LED akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1). Fungsi ini digunakan untuk melakukan komunikasi interface pada sistem. ATmega328 juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI.

2.3 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).

Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa.

2.3.1 Cara Kerja Sensor Ultrasonik

Di bawah ini merupakan rincian dari cara kerja sensor ultrasonik [3]:

1. Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz. Untuk mengukur jarak benda (sensor jarak), frekuensi yang umum digunakan adalah 40kHz.
2. Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut.
3. Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut.

2.3.2 Rangkaian Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik terdiri dari beberapa rangkaian komponen pendukung di dalamnya, berikut di bawah ini merupakan penjelasan tentang rangkaian dari sensor ultrasonik:

1. Piezoelektrik berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Bahan piezoelektrik adalah material yang memproduksi medan listrik ketika dikenai regangan atau tekanan mekanis. Sebaliknya, jika medan listrik diterapkan, maka material tersebut akan mengalami regangan atau tekanan mekanis. Jika rangkaian pengukur beroperasi pada mode pulsa elemen piezoelektrik yang sama, maka dapat digunakan sebagai transmitter dan receiver. Frekuensi yang ditimbulkan tergantung pada osilatornya yang disesuaikan frekuensi kerja dari masing-masing transduser. Karena kelebihannya inilah maka transduser piezoelektrik lebih sesuai digunakan untuk sensor ultrasonik. Berikut di bawah ini merupakan Gambar 2.4 dari transduser piezoelektrik.
2. Transmitter adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik dengan frekuensi tertentu (misal, sebesar 40 kHz) yang dibangkitkan dari sebuah osilator. Untuk menghasilkan frekuensi 40 KHz, harus di buat sebuah rangkaian osilator dan keluaran dari osilator dilanjutkan menuju penguat sinyal. Besarnya frekuensi ditentukan oleh komponen RLC / kristal tergantung dari disain osilator yang digunakan. Penguat sinyal akan memberikan sebuah sinyal listrik yang diumpankan ke piezoelektrik dan terjadi reaksi mekanik sehingga bergetar dan memancarkan gelombang yang sesuai dengan besar frekuensi pada osilator.
3. Receiver terdiri dari transduser ultrasonik menggunakan bahan piezoelektrik, yang berfungsi sebagai penerima gelombang pantulan yang berasal dari transmitter yang dikenakan pada permukaan suatu benda atau gelombang langsung LOS (Line of Sight) dari transmitter. Sama dengan transmitter, receiver juga merupakan bagian dari sensor ultrasonik

yang posisinya tepat berdampingan dengan transmitter.

2.4 Pulse Width Modulation (PWM)

Pulse Width Modulation (PWM) secara umum [7] adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Beberapa contoh aplikasi PWM adalah pemodulasian data untuk telekomunikasi, pengontrolan daya atau tegangan yang masuk ke beban, regulator tegangan, audio effect dan penguatan, serta aplikasi-aplikasi lainnya. Aplikasi PWM berbasis mikrokontroler biasanya berupa pengendalian kecepatan motor DC, pengendalian motor servo, pengaturan nyala terang LED dan lain sebagainya.

Pulse Width Modulation (PWM) merupakan salah satu teknik untuk mendapatkan signal analog dari sebuah piranti digital. Sebenarnya Sinyal PWM dapat dibangkitkan dengan banyak cara, dapat menggunakan metode analog dengan menggunakan rangkaian op-amp atau dengan menggunakan metode digital. Dengan metode analog setiap perubahan PWM nya sangat halus, sedangkan menggunakan metode digital setiap perubahan PWM dipengaruhi oleh resolusi dari PWM itu sendiri. Resolusi adalah jumlah variasi perubahan nilai dalam PWM tersebut. Misalkan suatu PWM memiliki resolusi 8 bit berarti PWM ini memiliki variasi perubahan nilai sebanyak $2^8 = 256$ variasi mulai dari 0 – 255 perubahan nilai yang mewakili duty cycle 0 – 100% dari keluaran PWM tersebut.

Modulasi lebar pulsa (PWM) dicapai/diperoleh dengan bantuan sebuah gelombang kotak yang mana siklus kerja (duty cycle) gelombang dapat diubah-ubah untuk mendapatkan sebuah tegangan keluaran yang bervariasi yang merupakan nilai rata-rata dari gelombang tersebut. Di bawah ini merupakan rumus yang digunakan untuk mencari modulasi lebar pulsa.

$$T_{total} = T_{on} + T_{off} \quad 2.1$$

Siklus kerja atau duty cycle sebuah gelombang didefinisikan dengan persamaan berikut.

$$\text{Duty Cycle} = \frac{T_{on}}{(T_{on} + T_{off})}$$

Tegangan keluaran dapat bervariasi dengan duty cycle menggunakan persamaan berikut.

$$V_{out} = \text{Duty Cycle} \times V_{in}$$

Sehingga:

$$V_{out} = \frac{T_{on}}{(T_{total})} \times V_{in}$$

Dari rumus di atas dapat disimpulkan bahwa tegangan keluaran dapat diubah-ubah secara langsung dengan mengubah nilai . Di dalam program proses kerjanya yaitu dengan menjadikan nilai hasil dari penggunaan rumus di atas sebagai output. Maka pompa akan bekerja sesuai dengan duty cycle.

2.5 LED (Light Emitting Diode)

Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika di berikan tegangan maju. LED merupakan keluarga dioda yang terbuat dari bahan semi konduktor. Warna-warna cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semi konduktor yang di pergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada Remote Control TV ataupun Remote Control perangkat elektronik lainnya. Bentuk LED mirip dengan sebuah bohlam (bola lampu) yang kecil dan dapat dipasangkan dengan mudah ke dalam berbagai perangkat elektronika. Berbeda dengan lampu pijar, LED tidak memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas dalam menghasilkan cahaya. Oleh karena itu, saat ini LED (Light Emitting Diode) yang bentuknya kecil telah banyak digunakan sebagai lampu penerang dalam LCD TV yang mengganti lampu tube.

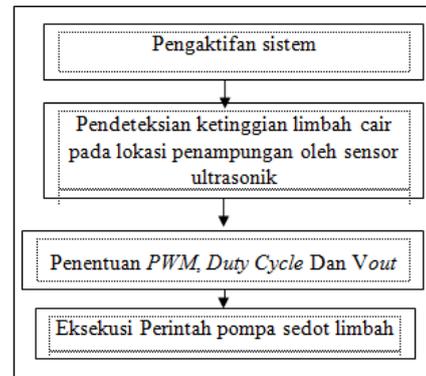
2.6 Power Suply SMPS (Swcyng Mode Power Supply)

- SMPS mempunyai dua buah arti kata, yaitu :
1. Power Supply Artinya suatu peralatan yang berfungsi untuk menyediakan sumber daya listrik yang cocok dengan suatu peralatan. Pada umumnya sumber listrik yang tersedia adalah tegangan ac 220V sedangkan tegangan yang dibutuhkan untuk suatu peralatan umumnya adalah tegangan dc.
 2. Regulator Switching adalah suatu sirkit elektronik yang berfungsi untuk membuat agar tegangan keluaran stabil terhadap perubahan-perubahan seperti, tegangan masukan yang tidak konstan, arus beban yang tidak konstan, temperature ruangan yang tidak konstan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Algoritma Sistem

Algoritma sistem adalah aliran proses kerja sistem yang merupakan aliran input hingga output. Algoritma sistem merupakan suatu langkah atau tahapan proses dari sistem untuk menyelesaikan tugas dan fungsinya. Di mana penentuan algoritma yang digunakan tiap-tiap penyusunan sistem merupakan penentuan nilai awal dan dilanjutkan dengan proses yang dilakukan oleh sistem agar memaksimalkan kinerja alat sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 1. Blok Diagram

3.2 Penentuan Duty Cycle

Pada sistem ini digunakan pompa sebagai output dan sensor ultrasonik sebagai media input mendeteksi genangan air. Pada sistem ini digunakan resolusi Pulse Widht Modulation 8 bit dengan duty cycle seperti pada Tabel 1.

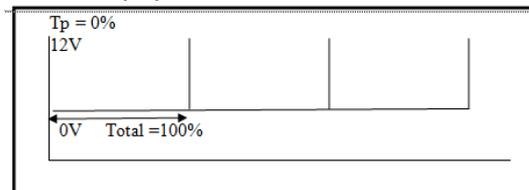
Tabel 1. Data Implementasi PWM pada Pompa

No.	Level Ketinggian Limbah	Ukuran Ketinggian Penampungan	Pompa	Duty Cycle (PWM)	V out
1.	Tidak terdeteksi limbah	2 cm	Tidak Menyala	0%	0 Volt
2.	Rendah	9 cm	Lambat	35%	4,2 Volt
3.	Sedang	14 cm	Cepat	75%	9 Volt
4.	Tinggi	19 cm	Ekstra Cepat	100%	12 Volt

3.2.1 Pulse Width Modulation

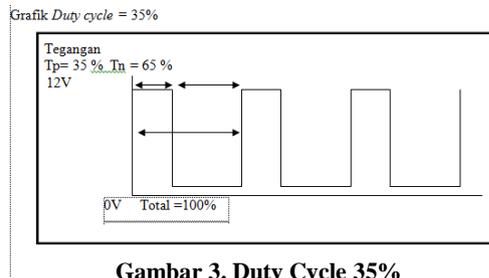
Pulse Width Modulation adalah salah satu jenis modulasi. Modulasi *Pulse Width Modulation* dilakukan dengan cara mengubah perbandingan lebar pulsa positif terhadap lebar pulsa negatif ataupun sebaliknya dalam frekuensi sinyal yang tetap. Artinya total perioda pulsa dalam *Pulse Width Modulation* pada umumnya menggunakan perbandingan pulsa positif terhadap total pulsa. Dimisalkan T_p adalah time positif dan T_n adalah time negatif. Berikut pulsa Pulse Width Modulation pada sistem ini berdasarkan data awal di atas:

Gratik Duty cycle = 0%



Gambar 2. Duty Cycle 0%

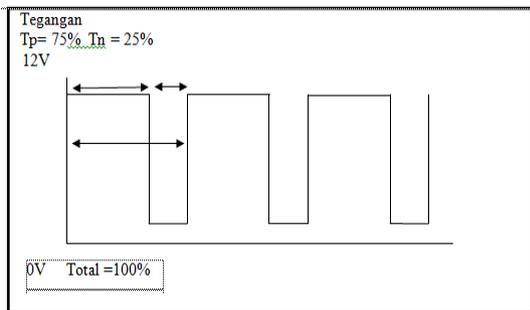
Pada Gambar 2 dapat dijelaskan kondisi duty cycle 0% yaitu 0% time positif dan 100% time negatif yang berarti PWM dan tegangan output pada kondisi ini adalah 0% dari total PWM dan tegangan output.



Gambar 3. Duty Cycle 35%

Pada Gambar 3 dapat dijelaskan kondisi duty cycle 35% yaitu 35% time positif dan 65% time negatif yang berarti PWM dan tegangan output pada kondisi ini adalah 35% dari total PWM dan tegangan output.

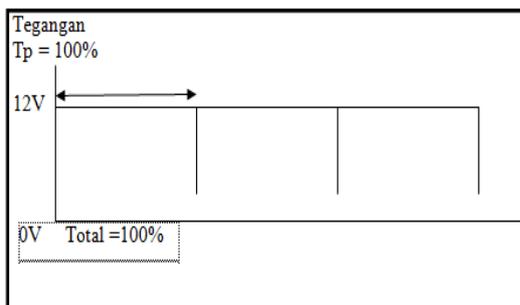
Grafik Duty cycle = 75%



Gambar 4. Duty Cycle 75%

Pada Gambar 4 dapat dijelaskan kondisi duty cycle 75% yaitu 75% time positif dan 25% time negatif yang berarti PWM dan tegangan output pada kondisi ini adalah 75% dari total PWM dan tegangan output.

Grafik Duty cycle = 100%



Gambar 5. Duty Cycle 100%

Pada Gambar 5 dapat dijelaskan kondisi duty cycle 100% yaitu 100% time positif dan 0% time negatif yang berarti PWM dan tegangan output pada kondisi ini adalah 100% dari PWM dan tegangan output.

3.2.2 Nilai Pulse Width Modulation

Nilai *Pulse Width Modulation* pada sistem ini menggunakan resolusi 8 bit (255), yang artinya setiap nilai kecepatan direpresentasikan dengan angka 0 sampai dengan 255. Berikut nilai *Pulse Width Modulation* yang akan diimplementasikan pada sistem :

1. Duty cycle 0%

$$\begin{aligned} \text{PWM} &= \text{Duty Cycle} \times \text{Besarnya Resolusi PWM} \\ &= 0\% \times 255 \\ &= 0 \end{aligned}$$

Pada saat duty cycle 80% dan resolusi yang digunakan adalah 8 bit maka nilai dari duty cycle direpresentasikan dengan angka 0 sampai dengan 255 sehingga dihasilkan nilai PWM sebesar 0.

2. Duty cycle 35%

$$\begin{aligned} \text{PWM} &= \text{Duty Cycle} \times \text{Besarnya Resolusi PWM} \\ &= 35\% \times 255 \\ &= 89,25 \end{aligned}$$

Pada saat duty cycle 35% dan resolusi yang digunakan adalah 8 bit maka nilai dari duty cycle direpresentasikan dengan angka 0 sampai dengan 255 sehingga dihasilkan nilai PWM sebesar 89,25.

3. Duty cycle 75%

$$\begin{aligned} \text{PWM} &= \text{Duty Cycle} \times \text{Besarnya Resolusi PWM} \\ &= 75\% \times 255 \\ &= 191,25 \end{aligned}$$

Pada saat duty cycle 75% dan resolusi yang digunakan adalah 8 bit maka nilai dari duty cycle direpresentasikan dengan angka 0 sampai dengan 255 sehingga dihasilkan nilai PWM sebesar 191,25.

4. Duty cycle 100%

$$\begin{aligned} \text{PWM} &= \text{Duty Cycle} \times \text{Besarnya Resolusi PWM} \\ &= 100\% \times 255 \\ &= 255 \end{aligned}$$

Pada saat duty cycle 100% dan resolusi yang digunakan adalah 8 bit maka nilai dari duty cycle direpresentasikan dengan angka 0 sampai dengan 255 sehingga dihasilkan nilai PWM sebesar 255.

3.2.3 Tegangan Output Pompa Sedot Limbah

Tegangan output pada sistem ini adalah tegangan total yang dikalikan dengan duty cycle yang telah ditentukan. Tegangan total yang digunakan adalah 12V. Berikut nilai tegangan output pada masing-masing duty cycle:

1. Duty cycle 0%

$$\begin{aligned} V_{out} &= \text{Duty Cycle} \times V_{in} \\ &= 0\% \times 12 \text{ Volt} \\ &= 0 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Sama halnya dengan kondisi duty cycle 50%, pada saat kondisi duty cycle 0% juga direpresentasikan dengan tegangan total 12V sehingga dihasilkan tegangan output 0 V.

2. Duty cycle 35%

$$\begin{aligned} V_{out} &= \text{Duty Cycle} \times V_{in} \\ &= 35\% \times 12 \text{ Volt} = 4,2 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Tegangan output dihasilkan dari representasi nilai tiap duty cycle dengan tegangan total. Tegangan total yang digunakan untuk output adalah 12V. Maka tegangan output yang dihasilkan pada saat duty cycle 35% adalah 4,2 V.

3. Duty cycle 75%

$$\begin{aligned} V_{out} &= \text{Duty Cycle} \times V_{in} \\ &= 75\% \times 12 \text{ Volt} \\ &= 9 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Tegangan output dihasilkan dari representasi nilai tiap duty cycle dengan tegangan total. Tegangan total yang digunakan untuk output adalah 12V. Maka tegangan output yang dihasilkan pada saat duty cycle 75% adalah 9 V.

4. Duty cycle 100%

$$\begin{aligned} V_{out} &= \text{Duty Cycle} \times V_{in} \\ &= 100\% \times 12 \text{ Volt} \\ &= 12 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Pada kondisi duty cycle 100% maka akan menghasilkan tegangan penuh 12V atau tegangan 100%.

3.2.4 Rotation Per Minute (RPM) Output Pompa

Nilai *Pulse Width Modulation* pada sistem ini menggunakan resolusi 8 bit (255), yang artinya setiap nilai kecepatan direpresentasikan dengan angka 0 sampai dengan 255. Nilai PWM ini akan mempengaruhi kecepatan dari motor, spesifikasi motor 1500 RPM didapatkan dari 255 PWM

$$\begin{aligned} 1. \text{PWM } 0\% &= \text{Output RPM} = 255 \times (0/100) = 0 \\ \text{RPM} &= 1500 \times (0/100) = 0 \text{ RPM} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{PWM } 35\% &= \text{Output RPM} = 255 \times (35/100) = \\ &89,25 = 89 \end{aligned}$$

$$\text{RPM } 1500 \times (35/100) = 525 \text{ RPM}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{PWM } 75\% &= \text{Output RPM} = 255 \times (75/100) = \\ &191,25 = 191 \end{aligned}$$

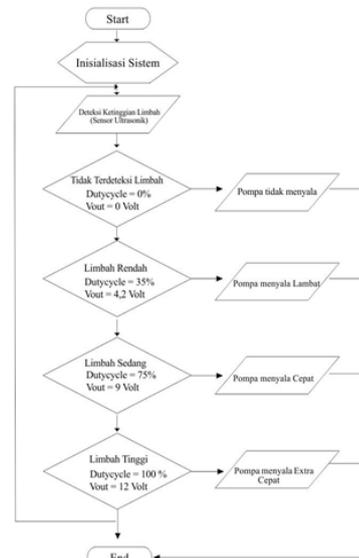
$$\text{RPM } 1500 \times (75/100) = 1125 \text{ RPM}$$

$$4. \text{PWM } 100\% = \text{Output RPM} = 255 \times (100/100) = 255$$

$$\text{RPM } 1500 \times (100/100) = 1500 \text{ RPM}$$

3.3 Flowchart

Sebelum melakukan perancangan rangkaian, terlebih dahulu membuat flowchart rangkaian yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Flowchart

3.4 Hasil Akhir Perancangan

Hasil akhir perancangan ini merupakan bentuk fisik dari prototype sistem atau alat yang dibuat yang nantinya akan digunakan sebagai wadah atau pun tempat pemasangan komponen-komponen yang digunakan..



Gambar 7. Implementasi Rangkaian Sensor Ultrasonik

Komponen yang digunakan untuk menyalurkan limbah cair pada lokasi penampungan ke lokasi pembuangan



Gambar 8. Implementasi Rangkaian Pompa DC

Dengan demikian dari rangkaian komponen yang telah dibahas di atas maka dapat diketahui secara singkat tentang implementasi komponen yang digunakan pada sistem rancang bangun ini.



Gambar 9. Implementasi Rangkaian Kabel Penghubung

Rangkaian dari setiap komponen yang digunakan dalam mendukung berjalannya suatu prototype yang dibangun masing-masing telah terangkai dan terhubung dengan arduino. Rangkaian tersebut telah diperlihatkan pada penjelasan di atas.

Dengan demikian rangkaian sistem tersebut akan diimplementasikan pada prototype yang telah dibuat guna untuk mengetahui penempatan suatu rangkaian sistemnya,



Gambar 10. Penempatan Komponen pd Rancang bangun

Dari keterangan gambar yang telah diperlihatkan di atas, maka secara singkat dapat memahami pengimplementasian komponen pada sistem ataupun rancang bangun. Dengan demikian langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian pada setiap komponen sistem yang digunakan.

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Konfigurasi Pin Pompa DC

Pengujian dilakukan pada pompa DC untuk mengetahui apakah komponen berjalan dan bekerja sesuai dengan tugas yang perintahkan.

Di bawah ini merupakan Tabel 2 keterangan pin yang digunakan untuk menjalankan pompa sebagai komponen yang digunakan untuk menyedot genangan air yang akan dialirkan pada lokasi pembuangan

Tabel 2. Konfigurasi Pin Driver Motor Dengan Pompa

Nama Komponen	Keterangan Pengujian
Pompa DC	Pin Out 3 Motor
	Tegangan Out 12 volt
	Pin Out 4 Motor

4.2 Pengujian Rangkaian Pin Driver Motor

Pengujian ini dilakukan pada driver motor yang dihubungkan ke arduino untuk mendukung berjalannya fungsi dari driver motor. Berikut adalah Tabel 3 pengujian hasil implementasi dari driver motor.

Tabel 3. Pengujian Konfigurasi Driver Motor Pada Arduino

Nama Komponen	Keterangan Pin
Driver Motor	Pin In3 = Port 7
	Pin In4 = Port 6
	PWM = Port 5

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian sistem penyaluran limbah cair kelapa sawit maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem dirancang menggunakan satu buah pompa sedot untuk menyalurkan limbah cair dari lokasi penampungan limbah.
2. Penerapan teknik pulse width modulation diterapkan dalam mengatur kecepatan pompa sedot yang menyalurkan limbah cair kelapa sawit berdasarkan volume ketinggian penampungan limbah.
3. Sistem penyaluran limbah cair dapat berjalan berdasarkan inputan level ketinggian limbah tersebut yang diukur oleh sensor ultrasonik.

5.2 Saran

Alat atau sistem penyaluran limbah cair kelapa sawit ini masih jauh dari sempurna, masih terdapat beberapa kekurangan atau kelemahan baik secara fisik maupun sistem kerjanya. Oleh karena itu dibutuhkan pengembangan dalam peningkatan kualitas alat atau sistem ini. Adapun beberapa saran yang dapat direalisasikan untuk

pengembangan cara kerja alat atau sistem ini ke depannya:

1. Disarankan untuk mengembangkan sistem menggunakan sensor gas dalam membantu konsep input yang berjalan tidak hanya dengan satu konsep level ketinggian limbah tetapi juga berdasarkan kadar gas pada penampungan limbah tersebut.
2. Disarankan menggunakan sensor gas untuk dapat membantu proses input berdasarkan kadar gas limbah.
3. Disarankan untuk lebih mengembangkan penelitian agar sistem dapat dibangun untuk cakupan kerja yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Metcalf, Eddy, 2003, *Limbah Cair*. Ditemukenali 20 April 2021. Dari <http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/67676/Chapter%20II.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- [2] Sudarminto Setyo Yuwono, 2015, *Tanaman Kelapa Sawit*. Artikel Tanaman Kelapa Sawit. Dari <http://darsatop.lecture.ub.ac.id/2015/09/tanaman-kelapa-sawit/>
- [3] Artikel *Cara Kerja Sensor Ultrasonik*, 30 Mei 2015. Ditemukenali dari <https://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>
- [4] *Datasheet Arduino Uno*, Ditemukenali tanggal 03 April 2021, Dari <https://www.arduiono.cc/>
- [5] *Pengertian dan Klasifikasi Pompa (Pump)*, 2018. Artikel Pengertian dan Klasifikasi Pompa. Dari <http://www.automationindo.com/kategori/202/micro-controllers>. 13 April 2018.
- [6] Muhammad Ihsan, Anhari Syahputra, Rasyid Imam Ghani, Ridho Fikrian Siddiq, Rizki Syah Ramadhani, Drs. Dahlan Sitompul, M.Eng M. Adrinta A, "*Sensor*," *Sensor dan Pengaplikasiannya*, p. 1, 2017.
- [7] *Pengertian Pulse Width Modulation*, 2014. Artikel Globalenergizer. Dari <https://globalenergizer.wordpress.com/>. 6 Juni 2014.
- [8] *Pengertian, Kelebihan dan Manfaat Google Sketchup*. Ditemukenali 03 April 2018. Dari <http://jogjakursus.com/google-sketchup-pengertian-kelebihan-dan-manfaat-google-sketchup/>