

# RANCANG BANGUN ALAT PENCAMPUR CAIRAN PENDINGIN UNTUK PROSES PEMESINAN DASAR BERBASIS ARDUINO MEGA 2560

Aldian Andhika Helsya Putra<sup>1)</sup>, Mohammad Ali Suparman, Masch.Ing.HTL., M.T.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Teknologi Rekayasa Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung  
email: aldianandhika@gmail.com

<sup>2)</sup>Teknologi Rekayasa Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung  
email: ali\_suparman@yahoo.com

## Abstrak

Ketika melakukan proses pemesinan, akan timbul panas di sekitar pahat dan benda kerja. Jika terus dibiarkan, hal tersebut akan menimbulkan efek yang besar, salah satunya adalah tidak lagi mampu menghasilkan bentuk geometri dan toleransi yang sesuai. Untuk menghindari hal tersebut, maka pada sekitar pahat dan benda kerja biasanya diberikan cairan pendingin (*coolant*). Pendingin tersebut terdiri dari campuran antara aquades dan oli pendingin dengan perbandingan tertentu. Perbandingan kedua bahan baku tersebut akan berpengaruh terhadap kekentalan, hasil akhir proses pemesinan dan penggunaan bahan baku. Salah satu penyebabnya adalah kesalahan manusia ketika melakukan proses pencampuran. Untuk meminimalisir kesalahan manusia dan mempermudah proses pencampuran, maka peneliti membuat suatu alat pencampur cairan pendingin untuk proses pemesinan dasar berbasis Arduino Mega 2560. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *waterfall*. Prinsip kerja alat ini yaitu mikrokontroler akan membaca banyaknya volume cairan yang diinginkan kemudian dikonversi menjadi pulsa digital sebagai batasan sensor aliran air dalam mengirimkan pulsa digital. Ketika memulai pengisian, pompa akan aktif dan kran servo akan membuka. Pada saat itu juga mikrokontroler akan menyimpan data banyaknya volume cairan yang diinginkan kedalam kartu memori untuk mengetahui penggunaan cairan pendingin setiap harinya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat selisih antara volume cairan yang diinginkan dengan volume cairan yang keluar. Kondisi yang optimal untuk melakukan proses pengisian cairan Aquades yaitu pada rentang volume 300 – 500 ml dengan rata – rata presentase tingkat kesalahan sebesar 1.18%. Sedangkan untuk cairan Ezzer Soluble Oil yaitu pada rentang volume 30 – 50 ml dengan rata – rata presentase tingkat kesalahan sebesar 12.91%. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, mulai dari persamaan regresi linear sensor, kemampuan sensor, udara terjebak ketika kran menutup dan jenis aliran cairan.

**Kata kunci:** arduino, cairan pendingin, pencampuran

## 1. PENDAHULUAN

Pada proses pemesinan, terjadi gerakan pemotongan antara pahat dengan benda kerja yang berakibat timbulnya panas di sekitar pahat dan benda kerja. Jika terus dibiarkan, hal tersebut akan menimbulkan efek yang besar. Salah satunya adalah proses pemotongan atau pemesinan tidak lagi mampu menghasilkan bentuk geometri dan toleransi yang sesuai. Untuk menghindari hal tersebut, maka pada sekitar pahat dan benda kerja biasanya diberikan cairan pendingin yang berfungsi untuk mendinginkan bagian yang berkontak sehingga tidak merubah sifat material.

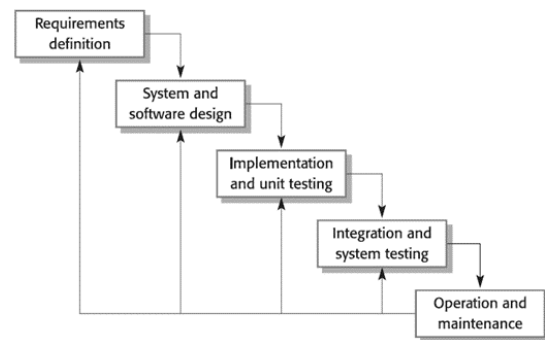
Cairan pendingin ini terdiri dari campuran antara aquades dan dromus dengan perbandingan tertentu. Perbandingan komposisi bahan baku cairan pendingin yang tidak sesuai akan berpengaruh terhadap kekentalan atau viskositas, hasil akhir proses pemesinan, dan penggunaan bahan baku, dimana salah satu penyebabnya adalah terjadinya kesalahan manusia. Contohnya adalah membuat cairan pendingin tanpa menggunakan alat takar yang sesuai. Untuk dapat meminimalisir kesalahan manusia, mempermudah proses pencampuran dan mengontrol penggunaan bahan baku, maka

peneliti membuat suatu alat yang digunakan untuk membuat cairan pendingin semi otomatis dengan menggunakan sensor aliran air dan kran servo berbasis Arduino Mega 2560. Pembuatan alat ini dijadikan sebagai bahan tugas akhir dengan judul yang diambil adalah: “Rancang Bangun Alat Pencampur *Coolant* Untuk Proses Pemesinan Dasar Berbasis Arduino Mega 2560”.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sistem kontrol dan pemrograman pada alat pencampur cairan pendingin dan menganalisis tingkat kesalahan (*error*) antara volume cairan yang diinginkan dengan volume cairan yang keluar untuk mendapatkan kondisi optimal ketika pengisian. Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino Mega 2560, tidak membahas konstruksi dari alat yang akan dibuat, satuan yang digunakan untuk melakukan analisis tingkat kesalahan yaitu milliliter (mL) dan gram (g), cairan pendingin digunakan hanya untuk proses pemesinan dasar, bahan baku cairan pendingin yaitu Aquades dan Ezzer Soluble Oil. Minyak larut akan membentuk emulsi ketika dicampur dengan air. Konsentrat mengandung minyak mineral dasar dan pengemulsi untuk menstabilkan emulsi. Minyak ini digunakan dalam bentuk sudah diencerkan (biasanya konsentrasinya = 3 sampai 10%) dan unjuk kerja pelumasan dan penghantaran panasnya bagus. Minyak ini digunakan luas oleh industri pemesinan dan harganya lebih murah diantara cairan pendingin yang lain [1].

## 2. METODE PENELITIAN

Perancangan dan pengembangan alat pencampur cairan pendingin ini menggunakan metode waterfall. Metode *waterfall* adalah model klasik yang bersifat sistematis, berurutan dalam membangun perangkat lunak [2]. Dalam pengembangannya metode *waterfall* memiliki beberapa tahapan yang runtut, yaitu analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi dan pengujian, integrasi sistem dan pemeliharaan [3].



Gambar 1. Metode *Waterfall*

Perancangan dan pengembangan alat pencampur cairan *coolant* terdiri dari komponen utama yang terdiri dari tangki sebagai penampung cairan Aquades dan Ezzer Soluble Oil, pompa celup sebagai penyedot cairan dari tangki, sensor aliran air sebagai pengirim pulsa digital, kran servo sebagai pengatur keluaran cairan, modul kartu SD sebagai pencatat pengeluaran cairan setiap hari dan mikrokontroler beserta perangkat elektronik lainnya sebagai pengatur sistem. Secara detail, alat pencampur cairan pendingin terdiri dari empat masukan yang berasal dari tombol, papan tombol angka dan sensor aliran air. Kemudian terdapat lima keluaran berupa tampilan pada LCD 20x4, lampu indikator, pompa celup, kran servo dan modul kartu SD. Pompa celup dikendalikan oleh *relay* dan bekerja secara bersamaan dengan kran servo. Cara kerja dari alat pencampur cairan pendingin ini dimulai dari munculnya tampilan pembuka, menu utama dan sub menu pada LCD. Papan tombol angka digunakan untuk memasukkan banyaknya cairan yang akan dicampur kemudian data tersebut diolah dalam mikrokontroler. Ketika tombol “eksekusi” ditekan, mikrokontroler menyimpan data volume cairan dan disimpan pada kartu memori dalam bentuk file berekstensi .txt, *relay* aktif sehingga kran servo dan pompa celup aktif dan mulai melakukan pengisian. Pada saat itu juga sensor aliran air akan mulai mengirimkan pulsa digital kepada mikrokontroler berdasarkan aliran cairan yang melewati sensor. Ketika banyak pulsa digital yang dikirim oleh sensor aliran air sama dengan data yang telah diolah dalam mikrokontroler, kran servo dan pompa celup akan berhenti dan pengisian selesai.

## A. Analisis Kebutuhan

Pada tahapan analisis kebutuhan, seluruh keperluan yang diperlukan dalam pembuatan sistem dicari dan dikumpulkan sebanyak banyaknya dari berbagai sumber, mulai dari jurnal, penelitian atau studi literatur. Sehingga pada tahapan ini peneliti akan mendapatkan sebuah data kebutuhan dan batasan terhadap kebutuhan yang berhubungan dengan pembuatan sistem. Dokumen inilah akan menjadi acuan peneliti dalam membuat atau mengembangkan sebuah sistem.

Tabel 1. Daftar Spesifikasi Sistem

Aspek	Spesifikasi
Tampilan	Tampilan pembuka dan menu pada LCD
Papan tombol	Memasukkan data berupa angka
Pengolahan Data	Melakukan konversi dari volume menjadi pulsa digital
Pencatatan Data	Menyimpan data pengeluaran cairan pada kartu memori
Antarmuka	Memilih menu dengan menggunakan tombol

Tahapan selanjutnya adalah menentukan metode dan variasi teknis demi tercapainya aspek spesifikasi dalam penelitian ini. Penentuan metode dan variasi dilakukan dengan cara memberikan indeks penilaian terhadap setiap variasi. Penilaian tersebut mengacu pada data di lapangan ketika melakukan pengumpulan data dan studi literatur. Dari hasil penentuan variasi dan metode yang digunakan untuk membuat alat pencampur cairan pendingin, dapat diambil kesimpulan yaitu mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino, jenis pompa yang digunakan adalah pompa celup dan proses instalasi sistem dilakukan dengan memasang pompa celup, sensor aliran air dan ran servo.

## B. Perancangan Sistem dan Perangkat Lunak

Pada tahap ini, pembuatan alat pencampur cairan pendingin dimulai dari perancangan sistem sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya, mulai dari proses pengaturan sensor aliran air, pengembangan dan instalasi sistem kontrol.

### 1) Pengaturan Sensor Aliran Air

Sensor aliran air yang akan digunakan tentunya harus diatur terlebih dahulu dengan cara membandingkan antara volume cairan yang keluar dalam satuan milliliter dengan jumlah pulsa yang diterima oleh mikrokontroler. Hasil pengaturan tersebut disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Proses pengaturan sensor aliran air akan menghasilkan suatu persamaan antara volume cairan dengan jumlah pulsa.

### 2) Pengembangan

Pengembangan perangkat lunak yang dimaksud adalah pembuatan program untuk alat pencampur cairan pendingin. Pada saat melakukan pengembangan perangkat lunak, pembuatan diagram alir proses pengolahan data harus dibuat terlebih dahulu untuk memberi gambaran kepada peneliti. Selain itu, skenario tampilan antarmuka dan diagram skematik juga harus dibuat terlebih dahulu sebagai acuan untuk proses pengembangan produk.

### 3) Instalasi Sistem Kontrol

Pada alat pencampur cairan pendingin, komponen dipasang pada dua bagian. Bagian pertama yaitu kotak panel, yang terdiri dari *power supply*, Arduino Mega 2560, *relay*, RTC dan modul kartu SD. Sedangkan bagian kedua merupakan kotak plastik yang berfungsi sebagai remot. Komponen yang dipasang pada kotak plastik ini terdiri dari LCD, papan tombol angka dan tombol.

## C. Implementasi dan Pengujian Sistem

Pada tahap ini, sistem pertama kali dikembangkan di program kecil yang disebut unit, yang terintegrasi dalam tahap selanjutnya. Setiap unit dikembangkan dan diuji untuk fungsionalitas yang disebut sebagai pengujian unit [2]. Proses implementasi dan pengujian sistem dilakukan berdasarkan data spesifikasi yang telah dibuat pada tahap awal khususnya pada aspek fungsi alat. Proses implementasi alat pencampur cairan pendingin dilakukan secara bertahap diikuti oleh proses pengujian yang dilakukan secara terus menerus hingga seluruh spesifikasi terpenuhi.

#### D. Integrasi Sistem

Proses integrasi sistem meliputi instalasi saluran untuk cairan pendingin, dan penggabungan antara sistem kendali dan aktuator berupa pompa celup dan kran servo. Kegiatan pengujian sistem tetap dilakukan secara keseluruhan, hal tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa alat pencampur cairan pendingin yang telah dibuat tetap sesuai dengan spesifikasi yang telah dibuat pada tahap awal. Selain itu, kegiatan pengujian dilakukan bertujuan untuk membandingkan kondisi rencana pembuatan sistem dengan kondisi aktual sistem.

#### E. Kegiatan Penggunaan dan Pemeliharaan

Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap alat pencampur cairan pendingin yang bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh bagian dan komponen dapat bekerja dengan baik sesuai spesifikasi yang ditentukan, tidak terjadi kesalahan dan hasil yang didapat sesuai dengan yang direncanakan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji coba yang dilakukan terdiri dari dua tahapan. Tahapan pertama yaitu uji coba fungsi program pada mikrokontroler sesuai dengan daftar spesifikasi sistem, tahapan kedua yaitu uji coba tingkat kesalahan ketika proses pengisian. Proses uji coba fungsi program pada mikrokontroler bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh program yang telah dikembangkan telah berjalan sesuai dengan algoritma yang diinginkan. Sedangkan uji coba tingkat kesalahan bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kesalahan yang dihasilkan oleh alat tersebut.

#### A. Uji Coba Fungsi Program

Uji coba fungsi program pada mikrokontroler dilakukan dengan cara mengoperasikan seluruh perintah yang tersedia pada program sesuai pada tahapan perancangan.

##### 1) Program Pengaturan Sensor Aliran Air

Proses pengaturan sensor aliran air memiliki peranan penting untuk menentukan seberapa besar tingkat kesalahan pada sensor aliran air ketika

proses pengisian. Maka dari itu program pengaturan perlu dibuat dan diuji untuk mengetahui bagaimana pengaruh volume cairan terhadap jumlah pulsa digital yang diberikan kepada mikrokontroler oleh sensor aliran air. Program pengaturan ini dilakukan secara terpisah dengan program utama alat pencampur cairan pendingin.

Tabel 2. Data Hasil Pengaturan Sensor Aliran Air untuk Aquades

Count	Massa Cairan (gram) = Volume Cairan (ml)
50	130.4
100	240
150	358.8
200	478.8
250	598.4
300	711.2
350	838.6
400	964.4

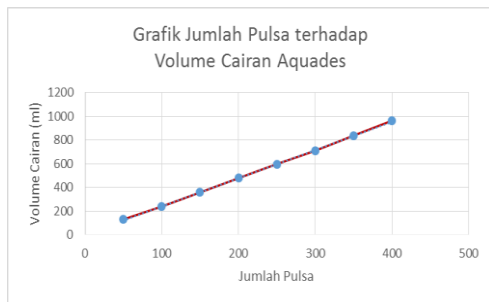
\*Massa jenis air yaitu 1 gram/cm<sup>3</sup>

Tabel 3. Data Hasil Pengaturan Sensor Aliran Air untuk Ezzer Soluble Oil

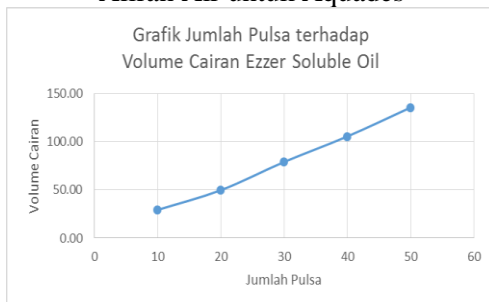
Count	Massa Cairan (gram)
10	25.2
20	42.8
30	68
40	90.8
50	116.6
Count	Volume Cairan (ml)
10	29.36
20	49.86
30	79.22
40	105.79
50	135.84

\*Massa jenis cairan yaitu 0.8583 gram/cm<sup>3</sup>

Data hasil pengaturan tersebut kemudian diolah menjadi grafik, kemudian didapat suatu persamaan regresi linear dari grafik tersebut. Berikut ini adalah grafik dan persamaan regresi linear hasil pengaturan sensor aliran air.



Gambar 2. Grafik Hasil Pengaturan Sensor Aliran Air untuk Aquades



Gambar 3. Grafik Hasil Pengaturan Sensor Aliran Air untuk Ezzer Soluble Oil  
Tabel 4.3 Persamaan Regresi Linear

**Aquades**  $Y = 1.02 + 0.41593 X$

**Ezzer Soluble Oil**  $Y = 0.35 + 0.3705 X$

Y = Pulsa Digital

X = Input Volume Cairan

2) Program Tampilan Pembuka dan Menu

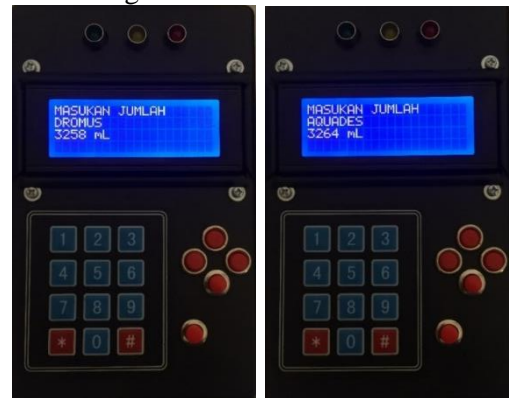
Pengujian dilakukan dengan cara memberikan tegangan 9 VDC melalui adaptor yang dihubungkan dengan sumber listrik. Ketika diberi tegangan, LCD akan menyala lalu muncul tulisan “ALAT PENCAMPUR COOLANT” selama lima detik, kemudian masuk ke menu utama.



Gambar 4. Tampilan Pembuka dan Menu

3) Program Memasukkan Nilai Menggunakan Papan Tombol Angka

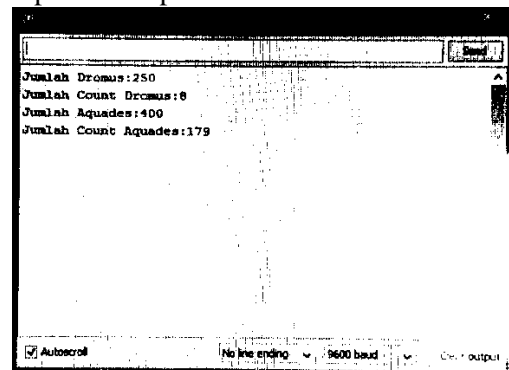
Pengujian dilakukan ketika memilih menu “MIX FILLING”, akan muncul tampilan dimana pengguna harus memasukkan nilai banyaknya volume cairan yang diinginkan dalam satuan milliliter dengan menggunakan papan tombol angka.



Gambar 5. Tampilan Program Memasukkan Volume Cairan

4) Program Konversi Volume yang Masuk menjadi Pulsa Digital

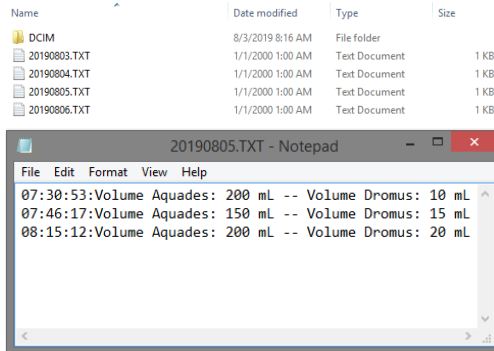
Pengujian dilakukan setelah melakukan proses pengaturan sensor dan proses memasukkan nilai volume. Ketika menekan tombol “eksekusi”, mikrokontroler akan segera mengkonversi nilai volume cairan yang masuk menjadi jumlah pulsa digital berdasarkan persamaan masing masing cairan yang didapat ketika selesai melakukan proses pengaturan sensor aliran air. Hasil konversi tersebut hanya dapat dilihat pada *serial monitor*



Gambar 6. Tampilan Hasil Konversi

5) Program Penyimpanan Data Pengeluaran Cairan

Pengujian dilakukan dengan cara melakukan proses pencampuran cairan. Banyaknya data volume cairan yang dikeluarkan akan tersimpan pada kartu memori dalam suatu file dengan format *.txt*. File tersebut dibuat setiap hari dengan format nama file yaitu (YYYYMMDD.txt).



Gambar 7. Data Pengeluaran Cairan pada Kartu Memori

6) Program Navigasi

Salah satu contoh pengujian yang dilakukan yaitu dengan cara menekan *push button* untuk memindahkan tanda ">>" pada LCD, dan menekan "\*" dan "#" pada papan tombol angka untuk mengaktifkan *relay* ketika memilih menu "MAN FILLING".



Gambar 8. Pengujian Navigasi

Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan, program pada mikrokontroler dapat berjalan sesuai dengan algoritma atau diagram alir yang diinginkan dan dapat melakukan semua fungsi dengan baik sesuai dengan daftar spesifikasi yang telah ditetapkan. Berikut adalah tabel hasil uji coba program terhadap daftar spesifikasi yang telah ditetapkan.

Tabel 4. Daftar Hasil Uji Coba Program

Aspek	Spesifikasi	Fungsi
Tampilan	Tampilan pembuka dan menu pada LCD	OK
Papan Tombol Angka	Meng- <i>input</i> data berupa angka	OK
Pengolahan Data	Melakukan konversi dari volume menjadi pulsa digital	OK
Pencatatan Data	Menyimpan data pengeluaran cairan pada kartu memori	OK
Antarmuka	Memilih menu dengan menggunakan tombol	OK

B. Uji Coba Tingkat Kesalahan

Uji coba tingkat kesalahan dilakukan dengan cara melakukan proses pengisian pada kedua cairan, kemudian membandingkan banyaknya cairan yang keluar dengan banyaknya cairan yang diinginkan. Proses uji coba dilakukan sebanyak 10 percobaan pada rentang 100 ml sampai dengan 500 ml untuk cairan aquades dan 10 ml sampai dengan 50 ml untuk cairan Ezzer Solube Oil. Data hasil uji coba tersebut kemudian diolah dan dianalisis faktor penyebab terjadinya kesalahan ketika proses pengisian.

Tabel 5. Tingkat Kesalahan Cairan Aquades

Volume (ml)	Rata-rata Selisih (ml)	Presentase Tingkat Kesalahan (%)
100	7.5	7.50%
200	6.3	3.15%
300	3.3	1.10%
400	4	1.00%
500	7.2	1.44%

Tabel 6. Tingkat Kesalahan Ezzer Soluble Oil

Volume (ml)	Rata - rata Selisih (ml)	Presentase Tingkat Kesalahan (%)
10	6.19	61.94%
20	4.35	21.75%
30	3.90	13.01%
40	5.09	12.72%
50	6.50	13.01%

Tingkat kesalahan yang dibahas pada penelitian ini yaitu selisih antara volume cairan yang dikirim ke mikrokontroler dengan volume cairan yang keluar melalui saluran. Dari data hasil uji coba proses pengisian pada Lampiran 5 dapat diketahui bahwa presentase tingkat kesalahan terkecil dan terbesar untuk cairan aquades secara berturut – turut adalah 1% dan 7.5%, sedangkan presentase tingkat kesalahan terkecil dan terbesar untuk cairan Ezzer Soluble Oil adalah 12.72% dan 61.94%. Dari hasil presentase tersebut didapat kondisi optimal untuk melakukan proses pengisian yang diambil dari presentase terkecil pada setiap cairan. Kondisi optimal untuk melakukan proses pengisian cairan Aquades yaitu pada rentang 300 – 500 ml dengan rata – rata presentase tingkat kesalahan sebesar 1.18%. Sedangkan kondisi optimal untuk melakukan proses pengisian cairan Ezzer Soluble Oil yaitu pada rentang 30 – 50 ml dengan rata – rata presentase tingkat kesalahan sebesar 12.91%.

Adanya presentase tingkat kesalahan ketika melakukan proses pengisian disebabkan oleh beberapa faktor, mulai dari persamaan regresi linear hasil proses kalibrasi, kemampuan sensor dan pemrograman, udara terjebak pada saluran dan aliran cairan pada saluran.

#### 1) Persamaan Regresi Linear

Salah satu faktor penyebab timbulnya selisih ketika proses pengisian cairan yaitu pada persamaan regresi linear hasil proses pengaturan sensor aliran air, karena terdapat selisih angka ketika salah satu volume pada data hasil kalibrasi disubstitusikan ke persamaan regresi linear. Sebagai contoh, pada data hasil kalibrasi cairan aquades disebutkan bahwa volume yang dihasilkan setelah sensor aliran air mengirimkan pulsa digital sebanyak 50 adalah 130.4 ml. Ketika volume tersebut disubstitusikan ke persamaan regresi linear untuk aquades, hasil pulsa digital yang didapat yaitu 55.25, selisih yang dihasilkan yaitu sebesar 5.25 pulsa. Apabila selisih pulsa digital tersebut disubstitusikan kembali ke persamaan regresi linear,

volume cairan aquades yang didapat yaitu sebesar 10.169 ml.

#### 2) Kemampuan Sensor dan Pemrograman

Jenis sensor yang terdapat pada sensor aliran air yaitu sensor efek hall dimana sensor tersebut akan memberikan tegangan kepada mikrokontroler dalam bentuk pulsa. Pulsa tersebut diterima oleh mikrokontroler sebagai data *integer* atau berupa bilangan bulat. Hal tersebut menjadi salah satu penyebab kemungkinan terjadinya selisih volume ketika proses pengisian. Selain itu, belum ada program untuk membulatkan bilangan decimal menjadi bilangan bulat dapat menjadi penyebab kemungkinan terjadinya selisih. Sebab data hasil konversi volume menjadi pulsa digital biasanya dalam bentuk desimal kemudian diubah menjadi bilangan bulat tanpa proses pembulatan. Sebagai contoh, apabila jumlah pulsa digital hasil konversi adalah 65.538, maka *serial monitor* hanya menampilkan angka 65.

#### 3) Udara Terjebak

Pada saat memulai proses pengisian, *relay* akan aktif untuk menggerakkan kaki *relay* yang terhubung ke pompa celup dan kran dibuka oleh servo untuk melakukan proses pengisian. Ketika jumlah pulsa telah tercapai, *relay* menjadi tidak aktif dan kran kembali ditutup. Terdapat perbedaan waktu antara pompa celup berhenti dan kran menutup. Pada saat itu pula terdapat udara yang masuk kedalam saluran dan terjebak didalamnya. Sehingga apabila pompa kembali aktif, udara tersebut akan dianggap oleh sensor sebagai cairan yang keluar melalui saluran, akibatnya terjadi pengurangan cairan yang keluar ketika proses pengisian. Hal tersebut menjadi salah satu penyebab kemungkinan terjadinya selisih antara volume cairan yang dimasukkan dengan volume cairan yang keluar.

#### 4) Aliran Cairan

Ezzer Soluble Oil memiliki viskositas yang tinggi, sehingga alirannya cenderung lebih lambat dibandingkan dengan Aquades. Aliran yang lambat akan mempersulit sensor untuk memberikan

tegangan atau pulsa kepada mikrokontroler. Ketika cairan melewati sensor aliran air, kipas yang berada di dalam sensor aliran air akan sulit berputar dan memberikan tegangan, sehingga akan terjadi suatu kondisi dimana cairan keluar ketika proses pengisian namun sensor aliran air tidak mengirimkan tegangan ke mikrokontroler. Akibatnya terjadi selisih antara volume yang dimasukkan dengan volume yang keluar pada saat proses pengisian.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap rancang bangun alat pencampur cairan pendingin untuk pemésinan dasar berbasis Arduino Mega 2560 dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan hasil uji coba fungsi, program yang dibuat untuk alat pencampur cairan pendingin berjalan sesuai dengan fungsinya dan sesuai dengan spesifikasi, seperti:
  - 1) menampilkan tampilan pembuka, menu utama, dan submenu pada LCD,
  - 2) menginput angka menggunakan papan tombol angka dan menampilkannya pada LCD,
  - 3) mengubah data volume yang dimasukkan menjadi pulsa digital sebagai batasan sensor aliran air ketika mengirim pulsa ke mikrokontroler,
  - 4) memilih atau memindah tampilan pada LCD menggunakan tombol, dan
  - 5) mencatat dan menyimpan data volume yang keluar dalam bentuk file berekstensi *.txt* yang disimpan pada kartu memori.
- b. Berdasarkan data hasil pengujian, kondisi yang optimal untuk melakukan proses pengisian cairan Aquades yaitu pada rentang 300 – 500 ml dengan rata – rata presentase tingkat kesalahan sebesar 1.18%. Sedangkan untuk cairan Ezzer Soluble Oil yaitu pada rentang 30 – 50 ml dengan rata – rata presentase tingkat kesalahan sebesar 12.91%. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya:
  - 1) persamaan regresi linear hasil kalibrasi,
  - 2) kemampuan sensor aliran air dalam mengirim pulsa,

- 3) adanya udara terjebak pada saluran ketika proses pengisian, dan
- 4) jenis aliran cairan yang melewati sensor aliran air.

#### 5. REFERENSI

- [1] Rahdiyanta, Dwi. 2010. Cairan Pendingin Untuk Proses Pemésinan. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- [2] Pressman, R.S.2015. Rekayasa Perangkat Lunak: Pendekatan Praktisi Buku I. Yogyakarta: Andi.
- [3] Trisianto, Chrisantus. 2018. Penggunaan Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Monitoring Dan Evaluasi Pembangunan Pedesaan. Jurnal Teknologi Informasi ESIT, 12(1), 8-21.