

Rancang Bangun *Hot Plate Magnetic Stirrer* Berbasis Mikrokontroler

Budi Darmawan¹, Suthami Ariessaputra¹, Muhammad Alfarizi Putra¹

¹Jurusan Teknik Elektro – Universitas Mataram, Jalan Majapahit 62, Mataram, 83115, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received July 20, 2023
Revised August 18, 2023
Accepted August 28, 2023

Keywords:

Waktu;
hot plate;
suhu;
kecepatan;
magnetic stirrer;

ABSTRACT

Chemical laboratories require additional equipment that is used as a mixer into the solution or chemical to be studied. The mechanism that is often used to accelerate the process of dissolving or mixing chemicals is heating and stirring. In addition to dissolving faster, the resulting solution will also be more homogeneous. In this research a Hot Plate Magnetic Stirrer was designed and manufactured by setting the time, temperature and stirring speed via a keypad so that accurate time, temperature and speed were obtained. The Hot Plate Magnetic Stirrer made in this study uses an infrared sensor to detect the speed of stirring, and an NTC 3950 sensor which is immersed in the solution to detect the temperature of the solution during stirring. The Hot Plate Magnetic Stirrer tool that has been made can run as expected. In the stirring time test, the system will work according to the input time. In testing the stirring temperature the system can maintain the stability of the solution temperature as desired with a maximum temperature of 110°C. In the stirring speed test, the maximum speed of stirring was obtained, namely 1500 RPM when stirring using a beaker glass with a diameter of 6 cm and a bar magnet length of 4 cm.

Laboratorium kimia memerlukan peralatan tambahan yang digunakan sebagai pencampur ke dalam larutan atau bahan kimia yang akan dipelajari. Mekanisme yang sering digunakan untuk mempercepat proses pelarutan atau pencampuran bahan kimia adalah pemanasan dan pengadukan. Selain lebih cepat larut, larutan yang dihasilkan juga akan lebih homogen. Pada penelitian ini dirancang dan diproduksi Hot Plate Magnetic Stirrer dengan mengatur waktu, suhu dan kecepatan pengadukan melalui keypad sehingga diperoleh waktu, suhu dan kecepatan yang akurat. Hot Plate Magnetic Stirrer yang dibuat pada penelitian ini menggunakan sensor infra merah untuk mendeteksi kecepatan pengadukan, dan sensor NTC 3950 yang direndam dalam larutan untuk mendeteksi suhu larutan pada saat pengadukan. Alat *Hot Plate Magnetic Stirrer* yang telah dibuat dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pada pengujian waktu pengadukan, sistem akan bekerja sesuai dengan waktu yang dimasukkan. Pada pengujian suhu pengadukan sistem dapat menjaga kestabilan suhu larutan sesuai yang diinginkan dengan suhu maksimal 110°C. Pada pengujian kecepatan pengadukan diperoleh kecepatan pengadukan maksimum yaitu 1500 RPM pada saat pengadukan menggunakan beaker glass diameter 6 cm dan panjang magnet batang 4 cm

Corresponding Author:

Suthami Ariessaputra, Jurusan Teknik Elektro – Universitas Mataram, Jalan Majapahit 62, Mataram, 83115, Indonesia
Email: budidarmawan@unram.ac.id

1. PENDAHULUAN

Laboratorium bidang kimia membutuhkan bahan-bahan pencampur yang di tambahkan kedalam larutan/zat kimia yang akan diteliti. Agar zat-zat cair dapat tercampur dengan rata sehingga dapat diperoleh sifat yang homogen, maka diperlukan alat pengaduk yang dapat mencampur zat-zat cair tersebut.

Mekanisme yang sering digunakan untuk mempercepat proses pelarutan atau pencampuran bahan kimia adalah pemanasan dan pengadukan, selain lebih cepat larut, larutan yang dihasilkan juga akan lebih bersifat

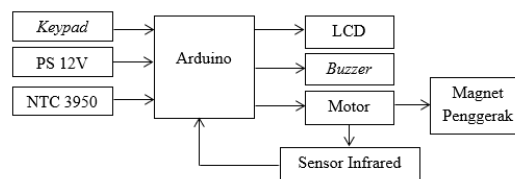
homogen. Pengadukan dapat dilakukan dengan atau tanpa batang pengaduk, biasanya pengadukan tanpa batang pengaduk dilakukan dengan cara mengguncang-guncang (*shake*) wadah cairan ke kiri dan ke kanan berulang kali, Pengadukan dapat dilakukan secara manual (digerakkan dengan tangan) atau secara otomatis (dengan menggunakan peralatan elektronik).

Salah satu mesin pengaduk elektronik yang sering digunakan di laboratorium penelitian terutama penelitian yang menggunakan cairan/zat kimia adalah *hot plate magnetic stirrer*. *Hot plate magnetic stirrer* adalah peralatan laboratorium yang digunakan untuk memanaskan dan mengaduk larutan satu dengan larutan lain yang bertujuan untuk membuat suatu larutan homogen dengan bantuan pengadukan batang magnet (*stir bar*). Bejana atau gelas ukur yang berisi larutan diletakkan diatas plat dan diaduk oleh *stir bar*.

Pada penelitian ini dibuat alat *Hot Plate Magnetik Stirrer* yang dapat mengontrol waktu pengadukan, suhu larutan yang di inginkan dan kecepatan putar pengadukan sesuai dengan yang diinginkan. Pada pengontrolan waktu, suhu dan kecepatan dapat diatur melalui sebuah *keypad* berukuran 4x4.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Perancangan Sistem Secara Umum

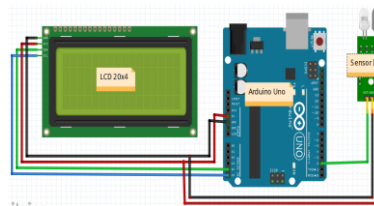


Gambar 1. Blok diagram system

Pada Gambar 1 merupakan blok diagram dari keseluruhan sistem, dimana pada penelitian ini di lakukan dengan menggunakan Arduino uno sebagai mikrokontroler yang di hubungkan dengan beberapa komponen seperti keypad 4x4 untuk input waktu, suhu dan kecepatan putar motor dan sensor kecepatan untuk sensor kecepatan motor DC. Perancangan ini juga menggunakan motor DC yang nantinya putaran motor DC di gunakan sebagai pengaduk larutan, kemudian LCD sebagai penampil kecepatan dan waktu yang sudah di tentukan melalui keypad.

2.2. Perancangan Sistem Sensor *Infra Red*

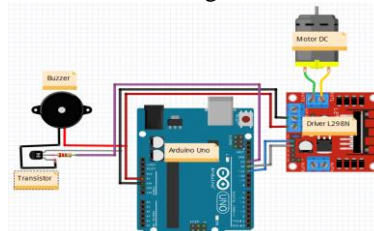
Modul sensor *infra red* pada penelitian ini digunakan untuk mengukur kecepatan motor DC. Gambar 2 memperlihatkan perancangan sensor *infra red* dengan arduino.



Gambar 2. Rangkaian sensor kecepatan dengan Arduino.

2.3. Perancangan Sistem Driver Motor dan Buzzer

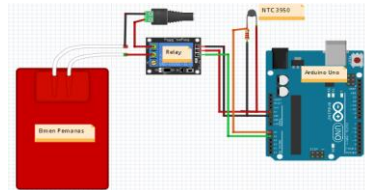
Modul L298N pada penelitian ini digunakan untuk dapat mengatur kecepatan dan arah putar motor DC, kemudian untuk buzzer digunakan sebagai penanda ketika pengadukan telah selesai dilakukan. Gambar 3 memperlihatkan perancangan driver motor dan buzzer dengan Arduino.



Gambar 3. Rangkaian driver motor dan buzzer dengan Arduino.

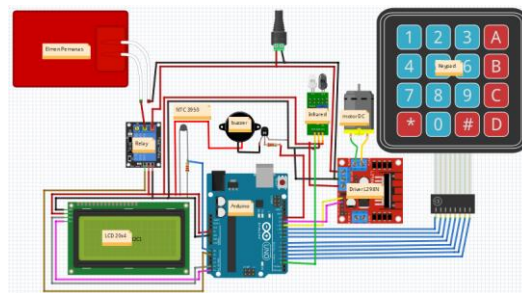
2.4. Perancangan Sistem Sensor NTC 3950

Modul sensor NTC 3950 pada penelitian ini di gunakan untuk mendeteksi suhu larutan yang akan diaduk dan dipanaskan dengan elmen pemanas sehingga dapat mempermudah dan mempercepat pengadukan larutan yang memiliki tingkat kekentalan yang tinggi. Gambar 4 memperlihatkan perancangan dari sensor NTC 3950 dengan Arduino.



Gambar 4. Rangkaian sensor NTC 3950

2.5. Rangkaian Perangkat Secara Keseluruhan

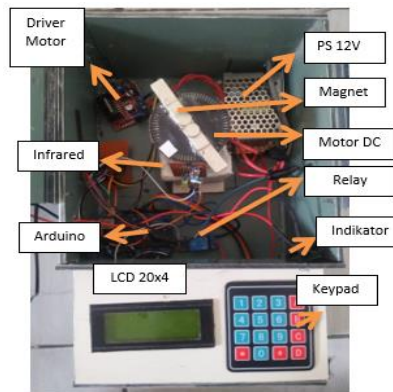


Gambar 5. Rangkaian keseluruhan sistem.

Pada Gambar 5 dapat dilihat rangkaian system secara keseluruhan, terdiri dari komponen-komponen yang digunakan pada perancangan alat *Hot Plate Magnetic Stirrer*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Perancangan



Gambar 6. Hasil Perancangan Sistem Hot Plate Magnetic Stirrer.

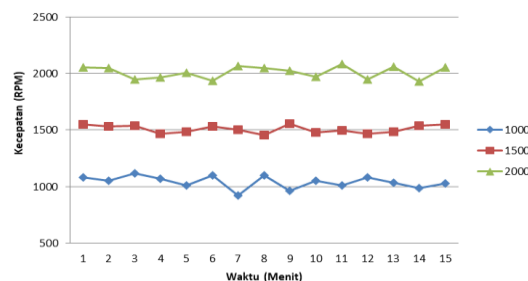
Pada Gambar 6 memperlihatkan hasil perancangan alat *Hot Plate Magnetic Stirrer* berbasis Arduino Uno yang tersusun di dalam box alat. Di dalam box terdapat sebuah modul mikrokontroler Arduino Uno dan komponen-komponen elektronika seperti sensor dan komponen pendukung lainnya. Pada alat *Hot Plate Magnetic Stirrer* ini terdapat sistem yang dapat mengontrol waktu, suhu dan kecepatan sesuai dengan kebutuhan user dalam membuat suatu larutan dengan menggunakan *keypad*.

3.2. Hasil Pengujian Pengaturan Kecepatan

Tabel 2. Hasil pengujian kecepatan.

NO	Setting Waktu (S)	Setting Kecepatan (RPM)		
		1000	1500	2000
1	60	1083	1548	2056
2	120	1053	1530	2049
3	180	1120	1537	1948
4	240	1072	1465	1963
5	300	1012	1486	2008
6	360	1102	1535	1935
7	420	923	1503	2068
8	480	1097	1455	2050
9	540	961	1558	2026
10	600	1055	1479	1969
11	660	1113	1496	2085
12	720	1083	1468	1948
13	780	1032	1483	2058
14	840	986	1540	1930
15	900	1031	1551	2055
Rata-rata		1055	1509	2010

Pada Tabel 2 dapat di amati bahwa pengujian kecepatan pada alat *hot plate magnetic stirrer* di lakukan dengan 3 pengujian kecepatan yaitu 1000, 1500 dan 2000 RPM masing-masing selama 15 menit. Pengambilan data pada tabel di atas di lakukan dengan cara mengamati kecepatan motor dc yang di tampilkan LCD pada setiap 1 menit selama 15 menit pengaturan waktu. Pada tabel di atas dapat di lihat bahwa pengaturan kecepatan pada saat 1000 RPM di dapat kecepatan rata-rata sebesar 1055 RPM, pada pengaturan kecepatan 1500 RPM di dapat kecepatan rata-rata sebesar 1509 RPM, dan pada pengaturan kecepatan 2000 RPM di dapat kecepatan rata-rata 2010 RPM.



Gambar 7. Grafik hasil pengujian kestabilan pengaturan kecepatan.

Dari grafik pada Gambar 7 dapat di lihat bahwa nilai yang di dapatkan selama pengujian kecepatan di dapatkan nilai yang *fluktuatif* yang mendekati nilai *setting* kecepatan. Selisih nilai RPM antara *setting* kecepatan dengan hasil pembacaan sensor *infra red* pada *setting* kecepatan 1000 RPM yaitu antara -77 RPM sampai dengan +120 RPM, pada *setting* kecepatan 1500 RPM yaitu antara -35 RPM sampai dengan +58 RPM, dan pada *setting* kecepatan 2000 RPM yaitu antara -70 RPM sampai +85 RPM.

3.3. Hasil Pengujian Pengaturan Suhu

Pada Tabel 3 dapat di lihat bahwa pengujian *setting* suhu pada alat *hot plate magnetic stirrer* di lakukan dengan 3 setpoint yaitu 35°C, 40°C dan 45°C berturut-turut selama 15 menit. Pengambilan data di atas di lakukan dengan cara mengamati suhu yang ditampilkan LCD setiap 1 menit selama 15 menit, pengaturan suhu di lakukan dengan menggunakan keypad dengan suhu maksimal yang dapat di gunakan adalah 110°C.

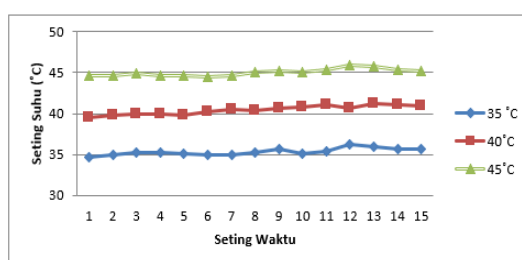
Pada Tabel 3 juga dapat dilihat bahwa pengaturan suhu pada saat 35°C di dapat suhu rata-rata sebesar 35,3°C, pada pengaturan suhu 40°C di dapat suhu rata-rata sebesar 40,4°C, dan pada pengaturan suhu 45°C di dapat suhu rata-rata 45,0°C.

Dari grafik pada Gambar 8 dapat di lihat bahwa nilai yang di dapatkan selama pengujian suhu di dapatkan nilai yang *fluktuatif* yang mendekati *setpoint*. Pada *setting* suhu 35°C, terdapat selisih suhu antara -

0,3 °C sampai dengan 1,2 °C. Pada setting suhu 40°C, terdapat selisih suhu antara -0,5 °C sampai dengan 1,2 °C. Dan pada setting suhu 45°C, terdapat selisih suhu antara -0,5 °C sampai dengan 0,9 °C.

Tabel 3. Hasil pengujian pengaturan suhu.

NO	Waktu Setting (S)	Setting Suhu (°C)		
		35	40	45
1	60	34.7	39.5	44.6
2	120	34.9	39.8	44.7
3	180	35.2	40.0	44.9
4	240	35.2	39.9	44.7
5	300	35.1	39.8	44.6
6	360	34.9	40.2	44.5
7	420	35.0	40.5	44.6
8	480	35.2	40.3	45.1
9	540	35.7	40.7	45.2
10	600	35.1	40.8	45.1
11	660	35.4	41.1	45.3
12	720	36.2	40.7	45.9
13	780	36.0	41.2	45.8
14	840	35.7	41.1	45.3
15	900	35.7	40.9	45.2
Rata-rata		35.3	40.4	45.0



Gambar 8. Grafik hasil pengujian kestabilan suhu.

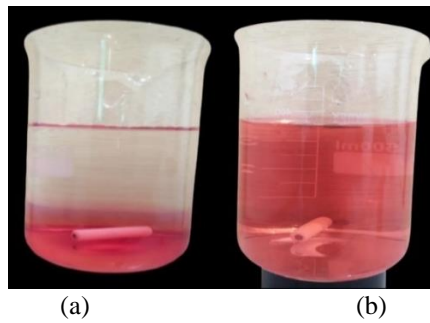
3.4. Pengujian Fungsional Sistem

Hasil Pengujian sampel Air Mineral dengan Pewarna Makanan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian sampel air mineral dengan pewarna makanan.

NO	Waktu (Detik)	Kecepatan (RPM)	Hasil
1	60	750	Tercampur
2	120	750	Tercampur
3	180	750	Tercampur

Pada tabel 4 dapat di lihat bahwa pengujian pencampuran antara air mineral dengan pewarna makanan di lakukan sebanyak 3 kali masing-masing menggunakan kecepatan 750 RPM dan dengan waktu yang berbeda-beda, mulai dari 1 menit, 2 menit dan 3 menit dengan suhu normal. Dapat di lihat bahwa larutan dapat tercampur dengan rata pada menit pertama pengadukan pada gambar 9(b).



Gambar 9. (a). Sampel sebelum diaduk dan (b) Sampel setelah diaduk selama 1 menit

3.5. Hasil Pengujian Air Mineral Dengan Garam Kasar

Tabel 5. Pengujian dengan suhu normal

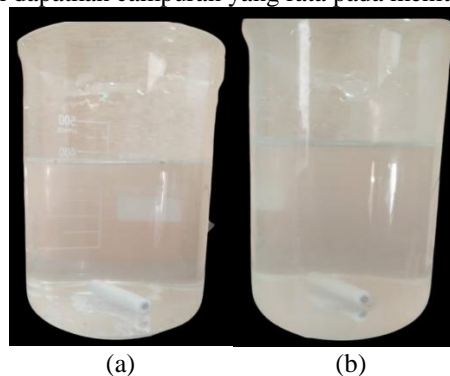
NO	Waktu (Detik)	Kecepatan (RPM)	Hasil
1	60	750	Tidak Tercampur
2	120	750	Tercampur
3	180	750	Tercampur

Tabel 5 dan Tabel 6 memperlihatkan hasil pengujian pengadukan air mineral dengan garam kasar sebanyak 3 kali ulangan dengan kecepatan yang sama yaitu 750 RPM dan waktu yang berbeda-beda, di mulai dari 1 menit, 2 menit dan 3 menit dengan suhu normal. Pada menit pertama dengan suhu normal dapat di lihat pada gambar 10(b) bahwa garam kasar belum terlarutkan secara menyeluruh kemudian garam dapat terlarutkan pada menit ke 2 pengadukan.

Tabel 6. Pengujian dengan suhu 50 °C

NO	Waktu (Detik)	Suhu (°C)	Kecepatan (RPM)	Hasil
1	60	50	750	Tercampur
2	120	50	750	Tercampur
3	180	50	750	Tercampur

Sedangkan pada saat pengadukan dengan suhu 50 °C dengan kecepatan 750 RPM, garam kasar yang di campurkan dengan air mineral dapat tercampur dengan rata. Hal ini di sebabkan karena pengaruh suhu terhadap garam kasar sehingga di dapatkan campuran yang rata pada menit pertama.



Gambar 10.(a) Sampel diaduk 1 menit dengan suhu normal dan (b) Sampel diaduk 1 menit dengan suhu 50°C.

3.6. Hasil Pengujian Pencampuran Super Pel Dengan Pewarna Makanan

Tabel 7. Pengujian dengan suhu normal

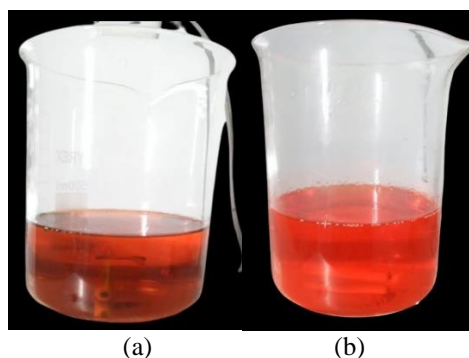
NO	Waktu (Detik)	Kecepatan (RPM)	Hasil
1	60	750	Tidak Tercampur
2	120	750	Tercampur
3	180	750	Tercampur

Tabel 7 dan Tabel 8 memperlihatkan hasil pengujian pengadukan super pel dengan pewarna makanan di lakukan sebanyak 2 kali masing-masing dengan suhu normal sebanyak 3 kali ulangan dan dengan suhu 50 °C sebanyak 3 kali ulangan.

Tabel 8. Pengujian dengan suhu 50 °C

NO	Waktu (Detik)	Suhu (°C)	Kecepatan (RPM)	Hasil
1	60	50	750	Tercampur
2	120	50	750	Tercampur
3	180	50	750	Tercampur

Pada tabel 8. dapat di lihat bahwa pada pengadukan dengan suhu normal pada menit pertama campuran super pel dengan pewarna makanan tidak tercampur dengan rata sedangkan pada saat pengadukan dengan suhu 50 °C dengan kecepatan 750 RPM, pewarna makanan yang di campurkan dengan cairan super pel dapat tercampur dengan rata. Hal ini di sebabkan karena pengaruh suhu terhadap tingkat kekentalan larutan sehingga larutan dapat tercampur rata pada menit pertama.



Gambar 14 (a) Sampel diaduk 1 menit dengan suhu normal dan (b) Sampel diaduk dengan suhu 50 °C.

3.7. Hasil Pengujian Pengadukan Susu Kental Manis

Pada Tabel 9 dapat di lihat bahwa pengujian pengadukan susu kental manis di lakukan sebanyak 6 kali masing-masing menggunakan kecepatan 700 RPM sampai dengan 1200 RPM, dengan 2 kondisi suhu yaitu suhu normal dan suhu 60 °C.

Pada suhu normal sistem tidak dapat melakukan pengadukan di sebabkan karena susu kental manis yang memiliki tingkat kekentalan yang cukup tinggi, sedangkan pada suhu 60 °C susu kental manis dapat di aduk mulai dari kecepatan 700 RPM sampai dengan 1100 RPM. Sedangkan pada kecepatan 1200 RPM susu kental manis tidak dapat di aduk, hal ini di sebabkan karena gaya gesek yang di timbulkan antara magnet bar dengan susu kental manis sehingga magnet bar tidak dapat mengikuti kecepatan putar magnet penggerak yang terhubung dengan motor DC. Dari data diatas dapat di simpulkan bahwa semakin kental larutan yang akan di aduk maka kecepatan maksimal yang dapat di gunakan pada saat pengadukan cukup rendah.

Tabel 9. Hasil pengujian pengadukan susu kental manis

NO	Kecepatan (RPM)	Suhu Normal	Suhu 60 °C
1	700	Tidak Berputar	Berputar
2	800	Tidak Berputar	Berputar
3	900	Tidak Berputar	Berputar
4	1000	Tidak Berputar	Berputar
5	1100	Tidak Berputar	Berputar
6	1200	Tidak Berputar	Tidak Berputar

4. KESIMPULAN

Sistem pengaturan suhu, waktu dan kecepatan pengadukan dapat dirancang dengan mengkombinasikan komponen-komponen elektronika dan Arduino sebagai mikrokontrolernya. Pada pengaturan suhu di gunakan sensor NTC 3950 sebagai pendeteksi suhu dan elmen pemanas 12V sebagai penghantar panas yang di hubungkan dengan relay dan diatur melalui keypad. Untuk pengaturan kecepatan pengadukan di buat dengan mengkombinasikan antara sensor *infra red* (sensor kecepatan) dan keypad sebagai input kecepatan, sedangkan untuk pengaturan waktu menggunakan keypad sebagai input.

Sistem pengaturan kecepatan, waktu dan suhu pada alat *Hot Plate Magnetic Stirrer* sudah dapat di gunakan sebagaimana mestinya. Kecepatan maksimal yang dapat di gunakan pada saat pengadukan adalah 1500 RPM, hal ini di pengaruhi oleh diameter beaker glass yang di gunakan, tingkat kekentalan larutan yang akan di aduk dan panjang magnet bar yang digunakan. Sistem pengontrol suhu dapat di atur suhu maksimal 220 °C. untuk mencapai suhu yang di inginkan dari suhu normal di butuhkan waktu yang relatif cepat tergantung dari nilai suhu yang di inginkan, semakin tinggi nilai suhu yang di inginkan maka akan semakin lama suhu akan mencapai setpoint. Pada alat *Hot Plate Magnetic Stirrer* dapat mencampur larutan sebagaimana mestinya. Larutan di katakan homogen apabila campuran 2 larutan atau lebih sudah tidak dapat di bedakan antara larutan pelarut dan terlarut.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] I.G.S. Adnyana, I.M. Mahardiananta, Suhartono, and C.I Dharmayanti, (2022). “Rancang Bangun Hot Plate Magnetic Stirrer Berbasis Arduino Uno”, Jurnal Elektro Dan Komputasi, Vol. 4, No.2, pp. 121-129. Doi: 10.32528/elkom.v4i2.7296
- [2] A. Andrawati, (2017). “Rancang Bangun Alat Pemantauan Pengaturan Kecepatan Putar Motor Dc Power Window Berbasis Plc Panasonic Menggunakan *Human Machine Interface* (HMI).” *Tugas Akhir (Tidak Diterbitkan)*. UNIVERSITAS DIPONEGORO, SEMARANG.
- [3] R.H. Prasetyo, I. W. Fathona, and A. Suhendi, (2020). “Perancangan Sistem Pengontrol Suhu Dan Kecepatan Pengadukan Pada Magnetic Stirrer Multi Hot Plate”. E-Proceeding of Engineering, vol. 7, No.1. pp. 1289-1296
- [4] Junaidi, H.W. Handani, A, Supriyanto, dan S.W. Suciwati, (2020). “Kontrol Kecepatan dan Temperatur dengan Teknik Pulse Width Modulation untuk Aplikasi Hotplate Stirrer Berbasis Arduino”. Jurnal Fisika Flux, Vol. 17, No.1, pp.37-43, doi: 10.20527/flux.v17i1.6634
- [5] L.P. Irsyad, Yudianingsih, and S. Lestari, (2016). “Perancangan Alat Magnetic Stirrer Dengan Pengaturan Kecepatan Pengaduk Dan Pengaturan Waktu Pengadukan”. Jurnal InFact, Vol. 1, No. 2, pp. 2-29.
- [6] Faisal, H., Wildian and Yusfi, M. (2013). Rancang Bangun Magnetik Stirrer berbasis Mikrokontroler AT89S52 dengan Pengaturan Waktu Melalui Keypad. Jurnal Fisika Unand, 2(3), 148-154.
- [7] M. Zaini, H. Hidriya, and Japeri., (2020) “Pengembangan Macerator-Magnetic Stirrer Berbasis Arduino Uno”, Jurnal INSTEK, vol. 5, No.2, pp.188-198, doi: 10.24252/instek.v5i2.16202
- [8] X. Zhang, H. Seki, H. and M. Hikizu, (2015) ” Detection of Human Detection Position And Motion By Thermopile Infrared Sensor”, International Journal of Automation Technology, Vol. 9, No.5, doi: /10.20965/ijat.2015.p0580
- [9] W. Budiharto, (2005). Panduan Lengkap Belajar Mikrokontroler Dan Aplikasi Mikrokontroler. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- [10] W. Budiharto, (2010). Elektronik Digital Dan Mikroprosesor. Yogyakarta.
- [11] Y. D. Arini, 2009. Pemodelan Stirrer Berbasis Digital, Jakarta: Politeknik Kesehatan Jakarta II
- [12] Oxtoby., W. David (2001). Prinsip-Prinsip Kimia Modern, ED KE4. JILID 1, Jakarta: Erlangga.