

Rancang Bangun *Hot Plate Magnetic Stirrer* Berbasis Arduino Uno

I Gede Sura Adnyana, I Made Agus Mahardiananta, Suhartono, Cokorda Istri Dharmayanti

Program Studi Teknik Elektromedik, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Bali Internasional
Jl. Seroja Gang Jeruk, No.9A, Denpasar Utara-Bali
E-mail: agusmahardiananta@iikmpbali.ac.id

Naskah Masuk: 01 Maret 2022; Diterima: 28 Maret 2022; Terbit: 18 Agustus 2022

ABSTRAK

Abstrak – Pencampuran antara bahan dengan reagen dalam analisis kimia haruslah sempurna salah satu alat yang dapat digunakan adalah *hot plate magnetic stirrer*. Pada penelitian ini dibuat *hot plate magnetic stirrer* berbasis arduino uno dilengkapi dengan kecepatan putar, suhu, dan waktu pengadukan sesuai kebutuhan. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif, terdiri atas kajian tentang *hot plate magnetic stirrer* yang akan dikembangkan, mengembangkan produk atas dasar temuan-temuan tersebut, melakukan uji coba lapangan sesuai dengan latar dimana produk tersebut akan dipakai, serta melakukan revisi terhadap hasil uji lapangan. Hasil pengujian alat dapat menghasilkan larutan yang bersifat homogen. *Hot plate magnetic stirrer* yang dibuat memiliki kecepatan putaran yang dapat dipilih dari kecepatan 100 rpm hingga 4000 rpm, suhu pemanas hingga 120°C, dan waktu pengadukan tanpa batas dengan sistem hitung mundur dalam waktu detik.

Kata kunci: Arduino Uno, Magnetic Stirrer

ABSTRACT

Abstract – Mixing materials with reagents in chemical analysis must be perfect. One of the tools that can be used is a hot plate magnetic stirrer. In this study, a hot plate magnetic stirrer based on Arduino Uno was made equipped with rotational speed, temperature, and stirring time as needed. This research is an exploratory descriptive study, consisting of a study of the hot plate magnetic stirrer that will be developed, developing a product based on these findings, conducting field trials according to the background where the product will be used, and revising the results of field tests. The test results of the tool can produce a homogeneous solution. The hot plate magnetic stirrer made has a rotating speed that can be selected from 100 rpm to 4000 rpm, heating temperature up to 120°C, and unlimited stirring time with a countdown system in seconds.

Keywords: Arduino Uno, Magnetic Stirrer

Copyright © 2022 Universitas Muhammadiyah Jember.

1. PENDAHULUAN

Kimia Analitik merupakan salah satu cabang Ilmu Kimia yang mempelajari tentang pemisahan dan pengukuran unsur atau senyawa kimia. Penggunaan kimia analitik di berbagai bidang diantaranya, analisa pengaruh komposisi kimia terhadap sifat fisik, uji kualitas suatu zat, penentuan konsentrasi bahan/senyawa yang bermanfaat atau bernilai tinggi, bidang kedokteran, dan juga penelitian. Dalam melakukan pemisahan atau pengukuran unsur atau senyawa kimia, memerlukan atau menggunakan metode analisis kimia [1][2][3][4][5].

Analisis kimia memiliki komponen pelarutan zat yang dibedakan menjadi dua yaitu pertama sampel adalah komponen utama yang akan dianalisis dan kedua yaitu pereaksi atau reagen adalah zat yang berperan dalam reaksi atau pelarut yang diterapkan dalam analisis kimia. Pencampuran bahan analisa dengan reagen mengakibatkan reaksi kimia dari kontakannya reagen dengan sampel zat-zat atau cairan yang akan di analisa. Pencampuran antara bahan dengan pereaksi atau reagen haruslah sempurna, dibutuhkan kecepatan putaran, waktu dan suhu pengadukan yang tepat untuk keberhasilan dalam membuat suatu larutan [1].

Magnetic Stirrer adalah alat laboratorium yang digunakan untuk mengaduk atau mencampur dua larutan berbeda (*heterogen*) menjadi satu (*homogen*). Alat ini memanfaatkan gaya magnet dimana larutan tersebut diaduk dengan menggunakan *stir bar* pengaduk sesuai dengan kecepatan dan waktu yang di tentukan sampai larutan benar-benar tercampur secara utuh. Selain pengaturan waktu dan kecepatan dalam pencampuran larutan diperlukan juga pengaturan suhu larutan agar tetap konstan [6][7][8][9].

Untuk mendapatkan hasil pengadukan yang sempurna (*homogen*) dan kualitas larutan sampel tetap terjaga maka pada penelitian ini akan dirancang alat *hot plate magnetic stirrer* berbasis arduino uno dengan pengaturan kecepatan putar 100 rpm sampai 3000 rpm, waktu dalam satuan menit, dan suhu pengadukan hingga 400°C dapat diatur dengan mudah sesuai kebutuhan larutan, penempatan sensor langsung ke dalam sampel larutan yang diaduk, dan dapat menampilkan informasi kecepatan putar, waktu, dan suhu aduk yang akurat.

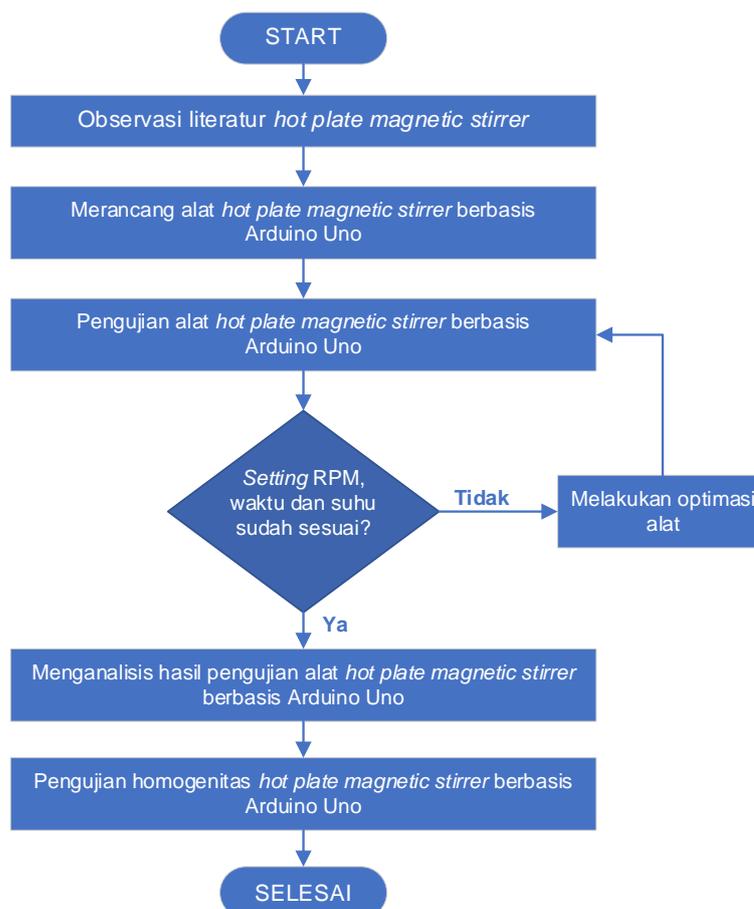
2. TINJAUAN PUSTAKA

Ada beberapa jurnal yang dijadikan acuan untuk mempermudah dalam melakukan penelitian ini. Salah satunya *magnetic stirrer* menggunakan mikrokontroler AT89S52. Penelitian ini menghasilkan *magnetic stirrer* dengan 4 pilihan kecepatan putar yaitu 1800 rpm, 1980 rpm, 2280 rpm dan 2580 rpm. Kekentalan maksimum zat cair yang dapat diputar adalah 4,1 poise [10].

Penelitian berikutnya *magnetic stirrer* dengan pengaturan kecepatan pengaduk dan pengaturan waktu pengadukan. Penelitian ini menghasilkan alat *magnetic stirrer* dengan pengaturan kecepatan antara 100 rpm hingga 3000 rpm dan pengaturan waktu dari 10 menit sampai 60 menit. Pengujian dilakukan menggunakan campuran air dengan sirup, air dengan pewarna makanan dan air sabun dengan minyak goreng dan ketiga sampel tersebut dapat tercampur menggunakan *magnetic stirrer* ini [11].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif. Penelitian ini melakukan pengembangan dan merupakan salah satu jenis penelitian yang dapat menjadi penghubung atau pemutus kesenjangan antara penelitian dasar dengan penelitian terapan. Pengertian Penelitian Pengembangan atau *Research and Development (R&D)* sering diartikan sebagai suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada [12]. Tahapan perancangan *hot plate magnetic stirrer* dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat yang dibuat pada penelitian ini adalah *hot plate magnetic stirrer* berbasis arduino uno yang dapat menghasilkan larutan yang bersifat *homogen*, arduino uno sebagai kontroler utama yang dapat menerima, mengolah, dan mengeksekusi perintah yang diberikan melalui *keypad* 4x4 untuk pengaturan kecepatan pengaduk, suhu, dan waktu pencampuran, *LCD* sebagai *interface* antara alat dengan pengguna dapat menampilkan informasi dari kecepatan putar, suhu dan waktu pengadukan.

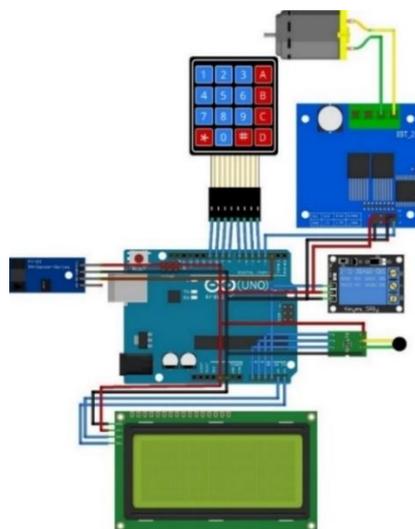
Hot plate magnetic stirrer yang dibuat memiliki kecepatan putaran yang dapat dipilih dari kecepatan 100 rpm hingga 4000 rpm, suhu pemanas hingga 120°C, dan waktu pengadukan tanpa batas dengan sistem hitung mundur dalam waktu detik. Gambar 2 merupakan gambar *hot plate magnetic stirrer*.



Gambar 2. *Hot Plate Magnetic Stirrer*

4.1 CARA KERJA HOT PLATE MAGNETIC STIRRER

Hot plate magnetic stirrer berbasis arduino uno digunakan untuk mengaduk dua atau lebih larutan hingga menjadi larutan yang *homogen* dengan memanfaatkan putaran dan suhu panas. Masukan nilai putaran, suhu, dan waktu pengadukan melalui keypad, nilai masukan yang diberikan akan diolah oleh arduino uno dan mengeksekusi perintah untuk mengontrol kecepatan motor, *relay* untuk menghidupkan pemanas elektrik dengan batasan suhu dari sensor termokopel, dan hitung mundur waktu yang digunakan untuk pengadukan. Komunikasi antar pengguna dan alat melalui *LCD* yang menampilkan menu pilihan dan nilai yang dimasukkan pada keypad. *Wiring diagram* alat dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. *Wiring Diagram Hot Plate Magnetic Stirrer* Berbasis Arduino Uno

4.2 PENGUJIAN PUTARAN MOTOR *HOT PLATE MAGNETIC STIRRER*

Pengujian putaran motor dilakukan dengan menggunakan tachometer, pengujian dilakukan berulang kali dengan pilihan nilai kecepatan yang dimulai dari pilihan 100, 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000, dan 3000. Pengujian kecepatan motor dilakukan tanpa beban, dibebani air 100 ml, 300ml, 500 ml, dan sabun cuci piring yang memiliki kekentalan tinggi 300 ml. Pengujian kerja ini dilakukan untuk mengetahui putaran motor dalam satuan rpm pada beberapa kecepatan pilihan. Hasil Pengujian kerja *magnetic stirrer* berbasis mikrokontroler dipaparkan pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Putaran Motor (rpm) *Hot Plate Magnetic Stirrer*

No.	Kecepatan Pilihan	Perulangan	Tidak Terbebani (rpm)	Air Putih (rpm)			Sabun Cuci Piring (rpm)
				100 ml	300 ml	500 ml	
1	100	1	114	109	106	102	103
		2	112	109	105	102	104
		3	112	110	105	103	103
2	300	1	336	332	331	324	318
		2	334	332	330	324	318
		3	336	334	330	324	320
3	500	1	518	516	513	509	509
		2	517	516	514	508	507
		3	517	516	513	508	509
4	750	1	771	769	765	761	760
		2	774	769	764	761	760
		3	774	769	764	761	760
5	1000	1	1106	1106	1104	1099	1101
		2	1106	1106	1104	1101	1101
		3	1107	1105	1104	1099	1100
6	1500	1	1621	1610	1608	1601	1603
		2	1618	1610	1607	1601	1604
		3	1618	1610	1607	1601	1604
7	2000	1	2212	2206	2199	2169	2197
		2	2212	2206	2198	2169	2196
		3	2210	2206	2198	2169	2197
8	3000	1	3331	3330	3329	3325	3327
		2	3332	3329	3328	3324	3327
		3	3332	3330	3328	3325	3326

Berdasarkan hasil pengujian statistik pengujian putaran motor menggunakan uji non prametrik *univariate analysis of variance* yang diujikan didapatkan hasil deskriptif statistik yang ditunjukkan pada table 2.

Tabel 2. Deskriptif Statistik Uji Putaran Motor

Beban	Pilihan (rpm)	Mean	Standar Deviasi	N
Tanpa Beban	100	112,6	1,1	3
	300	335,3	1,1	3
	500	517,3	0,5	3
	750	773,0	1,7	3
	1000	1106,3	0,5	3
	1500	1619,0	1,7	3
	2000	2211,3	1,1	3
	3000	3331,6	0,5	3
	Total	1264,5	1052,1	24
100ml	100	109,3	0,5	3
	300	332,6	1,1	3
	500	516,0	0,0	3

Beban	Pilihan (rpm)	Mean	Standar Deviasi	N	
300ml	750	769,0	0,0	3	
	1000	1105,6	0,5	3	
	1500	1610,0	0,0	3	
	2000	2206,0	0,0	3	
	3000	3329,6	0,5	3	
	Total	1261,0	1051,6	24	
	100	104,6	0,5	3	
	300	330,3	0,5	3	
	500	513,3	0,5	3	
	750	764,3	0,5	3	
	1000	1104,0	0,0	3	
	1500	1607,3	0,5	3	
	2000	2198,3	0,5	3	
	3000	3328,3	0,5	3	
Total	1257,5	1051,7	24		
500ml	100	102,3	0,5	3	
	300	324,0	0,0	3	
	500	508,3	0,5	3	
	750	761,0	0,0	3	
	1000	1099,6	1,1	3	
	1500	1601,0	0,0	3	
	2000	2296,0	0,0	3	
	3000	3324,6	0,5	3	
	Total	1253,0	1052,4	24	
	Kental 300ml	100	105,3	1,1	3
		300	318,6	1,1	3
		500	508,3	1,1	3
		750	760,0	0,0	3
		1000	1100,6	0,5	3
1500		1603,6	0,5	3	
2000		2196,6	0,5	3	
3000		3326,6	0,5	3	
Total		1252,5	1054,3	24	
Total		100	111,2	6,5	15
		300	328,2	6,5	15
		500	512,6	3,9	15
		750	765,4	5,1	15
		1000	1103,2	2,8	15
	1500	1608,2	6,4	15	
	2000	2201,6	6,2	15	
	3000	3328,2	2,5	15	
	Total	1257,7	1034,6	120	

Pada tabel 2 didapatkan hasil rata – rata putaran motor dengan nilai lebih besar tertinggi dari pilihan kecepatan pada saat tanpa beban 12,66% pada pilihan 100 rpm, 10,99% pada pilihan kecepatan 3000 rpm dengan beban 100 ml air, 10,94% pada pilihan 3000 dengan beban 300 ml air, 10,82% pada pilihan 3000 rpm dengan beban 500 ml air, 10,89% pada pilhan kecepatan 3000 dengan beban kental 300 ml sabun cuci piring.

Uji selanjutnya dilakukan pengujian *tests of between-subjects effects*, pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan apakah data terdistribusi normal atau tidak. Hasil pengujian ini didapatkan seperti tabel 3 berikut ini dan lampiran hasil uji statistik

Tabel 3. *Test Of Between-Subjects Effects* Putaran Motor

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	127387764,325 ^a	39	3266352,931	5599462,1	0,000
Intercept	189829692,008	1	189829692,008	325422329,1	0,000
Beban	2584,367	4	646,092	1107,5	0,000
Pilihan	127384723,525	7	18197817,646	31196258,8	0,000
Beban *	456,433	28	16,301	27,9	0,000
Pilihan					
Error	46,667	80	0,583		
Total	317217503,000	120			
Corrected Total	127387810,992	119			

Pada pengujian *tests of between-subjects effects* didapatkan hasil data tidak terdistribusi normal yang ditunjukkan dengan hasil beban, pilihan, dan beban dengan pilihan bernilai kurang dari 0,05. Pengujian berikutnya dilakukan pengujian yaitu *homogeneous subsets*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui *homogen* atau tidak data statistik. Pengujian ini dilakukan pada data beban dan pilihan. Hasil pengujian data beban didapatkan seperti tabel 4 berikut ini dan lampiran uji data statistik.

Tabel 4. *Homogenous Subsets* Pilihan Putaran Motor

Pilihan	N	1	2	3	4	5	6	7	8
100	15	111,2							
300	15		328,2						
500	15			512,6					
750	15				765,4				
1000	15					1103,2			
1500	15						1608,2		
2000	15							2201,6	
3000	15								3328,2

Pada beban hasil pengujian *homogeneous subsets* ini nilai uji berada pada subset yang berbeda. Pengujian pilihan dengan pilihan kecepatan 100 didapatkan nilai 111,2, pilihan 300 didapatkan nilai 328,2, pilihan 500 didapatkan nilai 512,6, pilihan 750 didapatkan nilai 765,4, pilihan 1000 didapatkan nilai 1103,2, pilihan 1500 didapatkan nilai 1608,2, pilihan 2000 didapatkan nilai 2201,6, dan pada pilihan 3000 didapatkan nilai 3328,2. Dari pengujian yang dilakukan hingga beban dengan volume yang besar dan karakteristik kental hingga kasar motor alat tidak mengalami penurunan kecepatan kurang dari kecepatan yang dipilih, motor berputar pada kecepatan yang dipilih dengan nilai yang konstan.

4.3 PENGUJIAN SUHU PADA *HOT PLATE MAGNETIC STIRRER*

Pengujian kedua yaitu pengujian sensor suhu yang digunakan dalam alat *hot plate magnetic stirrer* dilakukan untuk menguji keakuratan pembacaan terhadap suhu oleh sensor *thermocouple* alat. Pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan sensor suhu alat dengan *thermometer* digital yang memiliki keakuratan maksimal +1, pengukuran dilakukan pada satu titik yang sama dengan dengan air yang suhunya dinaikkan. Hasil pengujian pembacaan sensor suhu dari *hot plate magnetic stirrer* berbasis arduino uno menggunakan *thermocouple* dan *thermometer* digital didapatkan seperti tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Pengujian Perbandingan Sensor Suhu *Thermocouple* Dengan *Thermometer* Digital

No.	Waktu (detik)	Sensor <i>Thermocouple</i> (°C)	<i>Thermometer</i> Digital (°C)
1	0	27,75	27,70
2	15	28,50	28,50
3	30	29,25	29,30
4	45	30,00	29,90
5	60	31,75	31,30
6	75	32,25	32,30
7	90	34,00	34,10
8	105	37,00	37,10
9	120	37,75	37,80

No.	Waktu (detik)	Sensor Thermocouple (°C)	Thermometer Digital (°C)
10	135	40,25	40,20
11	150	41,00	41,00
12	165	53,25	53,20
13	180	72,50	72,10
14	195	86,00	85,80
15	210	94,75	94,60

Berdasarkan hasil pengujian statistik menggunakan uji non prametrik *wilcoxon signed ranks test* yang diujikan pada hasil pengujian sensor suhu dengan thermokopel untuk mengukur suhu air yang dinaikkan didapatkan hasil deskriptif statistik yang ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Uji Deskriptif Statistik Sensor Suhu

Thermometer	Statistic	Std. Error
Alat	Mean	45,0667
	Std. Deviation	21,77389
Digital	Mean	44,9933
	Std. Deviation	21,70183

Berdasarkan tabel 6 hasil pengujian prametrik *wilcoxon signed ranks test* bahwa rata – rata suhu pada alat didapatkan 45,0667 dengan simpangan baku 21,77389. Sedangkan pada *thermometer* rata-rata suhu didapatkan 44,9933 dengan simpangan baku 21,70183. Pengujian berikutnya yaitu uji normalitas, uji yang dilakukan untuk mengetahui data terdistribusi dengan normal atau tidak, uji ini dilakukan untuk menentukan uji perbandingan yang digunakan. Tabel 7 dibawah merupakan hasil pengujian normalitas yang dilakukan.

Tabel 7. Uji Normalitas Sensor Suhu

Thermometer	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Alat	0,307	15	0,000	0,755	15	0,001
Digital	0,306	15	0,001	0,756	15	0,001

Hasil uji normalitas pada tabel 7 mendapatkan nilai *sig* sebesar 0,001, nilai ini lebih kecil dibandingkan nilai toleransi 0,05 sehingga dapat disimpulkan data tidak berdistribusi normal. Begitu juga dengan digital memperoleh nilai yang sama 0,001. Uji asumsi selanjutnya menggunakan uji homogenitas yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Uji Homogenitas Sensor Suhu

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Based on Mean	0,000	1	28	0,989
Based on Median	0,000	1	28	0,997
Based on Median and with adjusted df	0,000	1	27,998	0,997
Based on trimmed mean	0,000	1	28	0,990

Pada tabel 8 hasil diperoleh dimana nilai signifikan diperoleh lebih besar dari 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa data *homogen*. Oleh karena itu diputuskan bahwa pengujian dilanjutkan menggunakan uji berbasis *non parametrix wilcoxon signed ranks test* karena data tidak berdistribusi normal walaupun *homogen*. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Wilcoxon Signed Ranks Test Sensor Suhu

Uji Beda Suhu Luaran Alat Digital-Buatan dengan Wilcoxon Test	Digital - Alat
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,179

Berdasarkan hasil uji beda menggunakan *wilcoxon* diperoleh nilai *sig* 0,179, hal ini berarti bahwa nilai tersebut lebih besar dari nilai toleransi 0,05, kesimpulannya tidak terdapat perbedaan secara statistik suhu

pada alat dengan *thermometer* digital, hal tersebut menunjukkan keakurasian dari sensor suhu yang digunakan pada alat.

4.4 PENGUJIAN HOMOGENITAS *HOT PLATE MAGNETIC STIRRER*

Pengujian kemampuan menghomogenitaskan larutan yang dibandingkan dengan alat *hot plate magnetic stirrer* yang sudah ada, pengujian dengan pencampuran 200 ml air putih ditambahkan sabun cuci piring yang kental dan pencampuran 200 ml air putih ditambahkan gula pasir. Penambahan sabun cuci piring dan gula pasir dilakukan dengan takaran yang berbeda untuk menguji kemampuan alat dalam mengaduk/mencampur larutan yang memiliki tekstur kental ataupun yang memiliki tekstur padat. Uji menghomogenitaskan larutan dengan kecepatan pilih 200 untuk pencampuran air putih dengan sabun cuci piring dan kecepatan pilih 600 untuk pencampuran air putih dengan gula pasir dan waktu tiap pengadukan ditentukan dengan satuan detik sebagai batasan lama pengadukan dilakukan. Alat dinyatakan mampu bila diamati hasil pengadukan antara 2 zat *homogen*, hasil pengujian didapatkan seperti tabel 10 berikut ini.

Tabel 10. Hasil Pengujian Homogenitas Larutan

No.	Larutan	Kecepatan (rpm)	Waktu (detik)	Homogenitas Larutan	
				Analog	Digital
1	Air 200ml dan sabun cuci piring 50 ml	200	60	Ya	Ya
2	Air 200ml dan sabun cuci piring 100 ml	200	90	Ya	Ya
3	Air 200ml dan sabun cuci piring 200 ml	200	120	Ya	Ya
4	Air 200ml dan gula pasir 50gr	200	180	Ya	Ya
5	Air 200ml dan gula pasir 75gr	200	240	Ya	Ya
6	Air 200ml dan gula pasir 100gr	200	300	Ya	Ya

Pengujian yang terakhir yaitu pengujian pengaruh kenaikan suhu terhadap kecepatan larut suatu zat menggunakan gula pasir yang dilarutkan dalam air yang suhunya ditingkatkan. Takaran sampel yang akan diuji menggunakan air putih 200 ml dicampur dengan 100 gr gula pasir dengan suhu yang berbeda, kecepatan pelarutan dihitung menggunakan *stopwatch* dan pilihan kecepatan pengadukan pada kecepatan 600 rpm. Hasil pengujian pengaruh kenaikan suhu terhadap kecepatan larut suatu zat didapatkan seperti tabel 11 berikut ini.

Tabel 11. Hasil Pengujian Pengaruh Kenaikan Suhu Terhadap Kecepatan Larut Suatu Zat

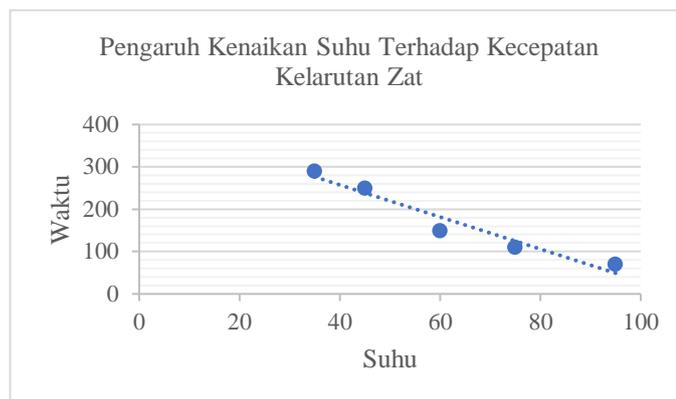
No.	Kecepatan	Larutan	Suhu Pemanas (°C)	Waktu (detik)
1	600	200 ml air dan 100 gr gula pasir	35°C	290
2	600	200 ml air dan 100 gr gula pasir	45°C	250
3	600	200 ml air dan 100 gr gula pasir	60°C	150
4	600	200 ml air dan 100 gr gula pasir	75°C	110
5	600	200 ml air dan 100 gr gula pasir	95°C	70

Hasil pengujian alat *hot plate magnetic stirrer* berbasis arduino uno berupa data pengujian putaran motor, perbandingan sensor suhu termokopel yang digunakan dengan *thermometer* digital, dan uji pengaruh kenaikan suhu terhadap kecepatan kelarutan suatu zat selanjutnya akan diuji secara statistik, kecuali data hasil uji kemampuan menghomogenitaskan larutan alat *hot plate magnetic stirrer* berbasis arduino uno yang dibandingkan dengan alat *hot plate magnetic stirrer* yang sudah ada yang berupa pernyataan mampu tidaknya alat dalam membuat larutan yang bersifat *homogen*.

Pengujian pengukuran pengaruh kenaikan suhu terhadap kecepatan larut suatu zat dengan pengujian *regression model summary*, pengaruh kenaikan suhu terhadap kecepatan larut suatu zat didapatkan seperti tabel 12 dan gambar 4 berikut ini.

Tabel 12. Pengujian *Regression Model Summary* Pengaruh Kenaikan Suhu Terhadap Kecepatan Larut Suatu Zat.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,971 ^a	0,943	0,924	25,68364



Gambar 4. Grafik pengaruh kenaikan suhu terhadap kecepatan kelarutan zat

Pada Tabel 12 didapatkan nilai R square sebesar 0,943 yang berarti bahwa 94,3% kenaikan suhu berpengaruh terhadap kecepatan larut suatu zat. Hal tersebut juga dilihat pada gambar 4.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. *Hot plate magnetic stirrer* berbasis arduino uno dengan menggunakan arduino uno sebagai mikrokontroler yang dapat diprogram untuk mengendalikan kecepatan putaran motor dengan nilai pwm, waktu timer dengan hitung mundur berdasarkan *real time clock*, sensor suhu yang memiliki sensitifitas akurasi tinggi untuk pembacaan suhu dan kontrol pemanas elektrik. Pengoperasian alat melalui keypad 4x4 dapat mudah dilakukan dengan memasukkan nilai kecepatan putar, suhu, dan waktu pengadukan sesuai kebutuhan dalam membuat larutan yang bersifat homogen.
2. *Hot plate magnetic stirrer* berbasis arduino uno memiliki LCD sebagai *interface* antara pengguna dan alat dalam pengoperasian. LCD dapat menampilkan informasi menu pengaturan kecepatan putar adukan, suhu pemanas dan suhu pembacaan sensor suhu, waktu pengadukan dan sisa waktu pengadukan.

REFERENSI

- [1] Wiryawan A. *Kimia Analitik Kelas 10*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.
- [2] Khopar SM. *Konsep Dasar Analitik*. Jakarta: UI Press, 2003.
- [3] Ibni M, Sodiq. *Kimia Analitik*. Malang: Universitas Negeri Malang, 2005.
- [4] Asma. *Asas Pemeriksaan Kimia*. Jakarta: UI Press, 2018.
- [5] Sumarjono. *Pengantar Kimia*. Jakarta: Buku Kedokteran ECG, 2006.
- [6] Isti' anah I. *Rancang Bangun Hot Plate Magnetic Stirrer Berbasis Mikrokontroler Atmega8*. 2017.
- [7] Rahman MA. *Rancang Bangun Hot Plate Stirrer Magnetik Terkendali Temperatur dan Kecepatan Pengaduk*. Depok: Program Studi Fisika Universitas Indonesia, 2011.
- [8] Utami, dan Siwi T. *Perancangan Hot Plate Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega8535*. Yogyakarta: Program Studi Teknik Elektromedik Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta, 2014.
- [9] Mahardiananta IMA, Nugraha IMA, Putra PAM, et al. Magnetic Stirrer with Speed Advisor and Timer Based on Microcontroller. *J Robot Control* 2022; 3: 18–25.
- [10] Faisal H, Yusfi M. Rancang Bangun Magnetic Stirrer Berbasis Mikrokontroler At89S52 Dengan Pengaturan Waktu Melalui Keypad. *J Fis Unand* 2013; 2: 148–154.
- [11] Irsyad L patria, Yudianingsih, Lestari S. Perancangan Alat Magnetic Stirrer Dengan Pengaturan Kecepatan Pengaduk Dan Pengaturan Waktu Pengadukan. *J Infact* 2016; 1: 22–29.
- [12] Sugiyono. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2014.