

STUDI SISTEM PENGADUK BERBASIS MAGNET DAN PEMANAS FLUIDA DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER

STUDY ON MICROCONTROLLER BASED MAGNETIC STIRRER AND FLUID HEATER SYSTEM

Adisal Krisnatal¹, Suwandi², Asep Suhendi³

^{1,2,3}, Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹adisalks@gmail.com, ²suwandi.sains@gmail.com, ³suhendi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Dalam penelitian ini dilakukan uji suatu sistem pengaduk berbasis magnet dan pemanas fluida dengan menggunakan mikrokontroler. Pengujian bermaksud untuk mengetahui pengaruh viskositas fluida terhadap kecepatan rotasi fluida dan juga untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengaduk terhadap pemanasan fluida. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian pengaduk dan pengujian pemanas. Pada pengujian pengaduk akan dilakukan dengan cara memutarakan larutan fluida dengan viskositas yang berbeda-beda dan mendapatkan nilai kecepatan rotasi fluida, sedangkan pada pengujian pemanas akan dilakukan dengan cara memanaskan larutan fluida dengan viskositas yang berbeda-beda dan mengamati perubahan suhu fluida. Berdasarkan perhitungan data hasil pengujian pengadukan setelah dikonversi ke dalam rumus diperoleh error yang sangat bervariasi, sehingga metode rotasi fluida dengan stirrer tidak direkomendasikan untuk mengukur viskositas suatu larutan.

Kata kunci : mikrokontroler, rotasi fluida, pemanas, viskositas, suhu.

Abstract

In this research, a magnet-based stirrer and fluid heating system using a microcontroller is tested. The aim of this research is to determine the effect of fluid viscosity towards fluid rotation velocity and also to determine the effect of stirring speed towards fluid heating. The tests conducted are stirrer testing and heater testing. The stirrer testing will be done by rotating the fluid with different viscosity and get the value of the rotation speed of the fluid, while the heater testing will be done by heating the fluid with different viscosity and observing the fluid temperature change. Based on the calculation of the result data of stirring test after being converted into the formula, variety errors are obtained, so the method of fluid rotation with stirrer is not recommended to measure the viscosity of a liquid.

Keywords: microcontroller, fluid rotation, heater, viscosity, temperature.

1. Pendahuluan

Pengadukan adalah operasi yang menyebabkan terjadinya gerakan dari bahan yang diaduk seperti molekul-molekul, zat-zat yang bergerak atau komponennya menyebar (terdispersi) [1]. Dalam pengadukan terjadi pencampuran yang diartikan sebagai suatu proses menghimpun dan membaurkan bahan-bahan [2]. Pengadukan dapat dilakukan dengan atau tanpa menggunakan batang pengaduk. Metode pemanasan dapat dilakukan dengan menggunakan pemanas, yang mana pemanas adalah salah satu contoh produk yang sekarang ini banyak diminati oleh masyarakat. Pemanas sudah menjadi barang yang banyak ditemui sebagai pelengkap peralatan rumah tangga [3]. Berbagai macam bentuk pemanas yang digunakan untuk memanaskan suatu larutan, yaitu berbentuk pelat datar, selimut, atau gabungan antara pelat datar dengan selimut.

Beberapa penelitian yang sudah dilakukan yaitu perancangan stirrer magnetik terkendali temperatur dan kecepatan yang telah dikembangkan oleh Rahman, yang mana sistem dilengkapi dengan mikrokontroler sebagai pengendali sistem dengan kontrol *open loop* dan *close loop* untuk motor DC dan kontrol PID untuk temperatur [4]. Namun penelitian ini hanya menggunakan pemanas berupa plat datar yang sekaligus berfungsi untuk menaruh wadah fluida. Pengembangan lebih lanjut dilakukan oleh Faisal dengan penambahan *keypad* untuk melakukan pengujian *timer* pada alat *magnetic stirrer*, serta meneliti pengaruh viskositas minyak dan oli pada kecepatan *stir bar* dengan volume yang berbeda-beda [5]. Namun kecepatan rotasi fluida pada penelitian tersebut tidak diperhitungkan.

Untuk melengkapi kekurangan dan mengembangkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka pada Tugas Akhir ini akan melakukan studi terkait pengukuran kecepatan rotasi fluida terhadap pengaruh viskositas, serta pengaruh pemanasan fluida terhadap kecepatan pengaduk. Untuk melakukan studi tersebut, diperlukan suatu pemanas dan pengaduk berbasis magnet terkontrol. Mikrokontroler akan digunakan sebagai pengontrol pemanas dan motor dc sebagai pengaduk.

2. Dasar Teori

2.1 Viskositas

Viskositas merupakan gaya gesekan internal antara molekul-molekul yang menyusun suatu fluida, dalam hal ini zat cair dan zat gas. Molekul-molekul yang membentuk suatu fluida saling bergesekan ketika fluida tersebut mengalir. Pada zat cair, viskositas disebabkan karena adanya gaya kohesi (gaya tarik menarik antara molekul sejenis). Sedangkan dalam zat gas, viskositas disebabkan oleh tumbukan antara molekul.

Fluida yang lebih cair biasanya lebih mudah mengalir, contohnya air. Sebaliknya, fluida yang lebih kental lebih sulit mengalir, contohnya minyak goreng, oli, madu dan lain-lain. Hal ini dapat dibuktikan dengan menuangkan air dan minyak goreng di atas lantai yang permukaannya miring. Pasti air mengalir lebih cepat daripada minyak goreng atau oli. Tingkat kekentalan suatu fluida juga bergantung pada suhu. Semakin tinggi suhu zat cair, semakin kurang kekentalan zat cair tersebut. Minyak goreng yang digunakan untuk menggoreng pada awalnya lebih kental, kemudian setelah mengalami pemanasan menjadi lebih cair [6]. Tabel 1 memperlihatkan beberapa viskositas fluida.

Tabel 1 Viskositas Fluida

Fluida Viskositas	N s/m ²
Air (0° C)	1,79 × 10 ⁻³
Air (20° C)	1,00 × 10 ⁻³
Air (100° C)	0,28 × 10 ⁻³
Darah (37° C)	4,0 × 10 ⁻³
Oli motor (0° C)	110 × 10 ⁻³
Udara (0° C)	0,017 × 10 ⁻³
CO ₂ (20° C)	0,014 × 10 ⁻³
Gliserin	1,5

Pengujian pada Tugas Akhir ini dilakukan dengan larutan yang memiliki viskositas yang berbeda-beda dan telah diketahui nilainya. Pemilihan larutan dengan viskositas yang berbeda bertujuan untuk mengetahui pengaruh viskositas terhadap kecepatan rotasi fluida. Larutan-larutan yang digunakan adalah oli, air, etanol, tinta hitam dan minyak.

2.2 Pengaruh Viskositas Terhadap Kecepatan Fluida

Viskositas menunjukkan kepadatan partikel pada tiap satuan massa. Semakin kecil viskositas suatu fluida, semakin leluasa partikel fluida dapat bergerak dan semakin berkurang kepadatannya. Tidak hanya mempengaruhi keleluasaan partikel fluida, viskositas juga menentukan keleluasaan benda yang bergerak pada fluida tersebut. Persamaan yang menunjukkan viskositas fluida dengan kecepatan relatif benda terhadap fluida menurut hukum Stokes [7] yaitu:

$$F_s = 6\pi\eta r v \quad (2.1)$$

Keterangan : F_s = Gaya Stokes

η = Koefisien Kekentalan

v = Kecepatan relatif benda terhadap fluida

atau dapat dituliskan sebagai berikut :

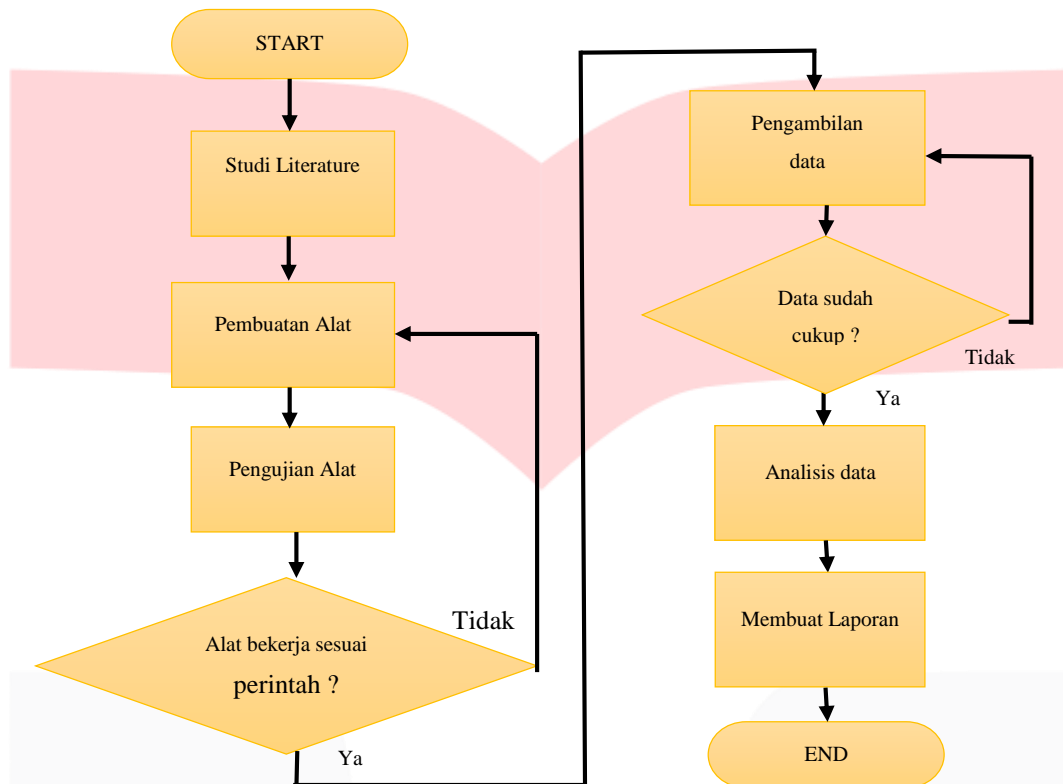
$$F_s = k\eta v \quad (2.2)$$

Dimana k merupakan konstanta pada bentuk geometris suatu benda. Sehingga dari rumus tersebut dapat disimpulkan bahwa kecepatan fluida berbanding terbalik dengan viskositas suatu fluida. Dapat disimpulkan rumus yang berlaku yaitu :

$$v \approx \frac{1}{\eta} \quad (2.3)$$

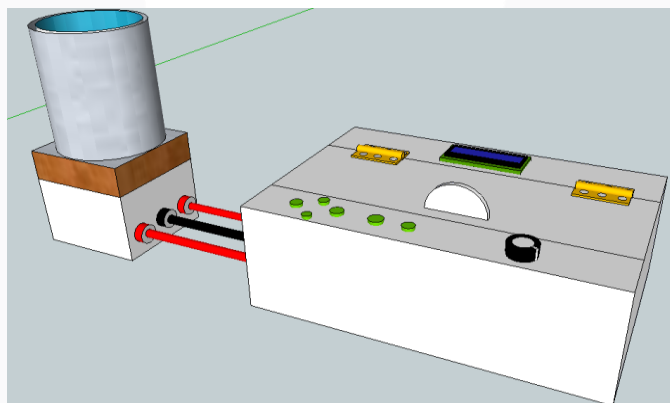
3 Perancangan Sistem

Diagram alir untuk metode penelitian terlihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1 Diagram alir metodologi penelitian

Pembuatan alat ini bertujuan untuk mengaduk dan atau memanaskan suatu larutan guna mengukur kecepatan rotasi fluida/kecepatan pemanasan larutan dengan viskositas yang berbeda. Prinsip kerja alat ini yaitu motor DC akan dilekatkan dengan magnet sehingga apabila motor DC tersebut bekerja maka magnet yang dilekatkan tersebut akan ikut berputar. Motor DC tersebut akan diletakkan di dalam suatu wadah berbentuk kotak. Di luar atas wadah tersebut akan diletakkan suatu gelas kimia yang berisikan suatu larutan dengan viskositas tertentu dan di dalam larutan tersebut terdapat Stir Bar yang memiliki sifat magnet.



Gambar 2 Desain Alat

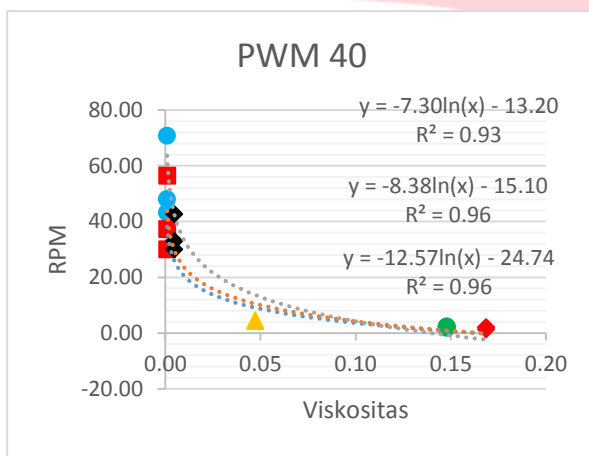
Alat yang akan dibuat yaitu dengan desain 2 buah tempat (Gambar 2). Tempat yang pertama yaitu sebagai tempat untuk rangkaian *power supply*, rangkaian sistem minimum Atmega32, LCD dan *push button*. Sedangkan tempat yang kedua yaitu sebagai tempat untuk rangkaian *driver motor*, motor dc, *stir bar*, gelas ukur, dan larutan yang

akan diuji. Pada Tugas Akhir ini, data yang akan dianalisis adalah pengaruh pengadukan dan pemanasan. Data yang dianalisis pada pengadukan yaitu data kecepatan rotasi fluida dengan variasi viskositas (oli, air, etanol, tinta hitam dan minyak goreng) pada kecepatan pengaduk (rpm) tertentu. Sedangkan data yang dianalisis pada pemanasan yaitu membandingkan waktu yang diperlukan pemanas berupa selimut untuk memanaskan suatu larutan hingga mencapai suhu tertentu pada saat pengadukan.

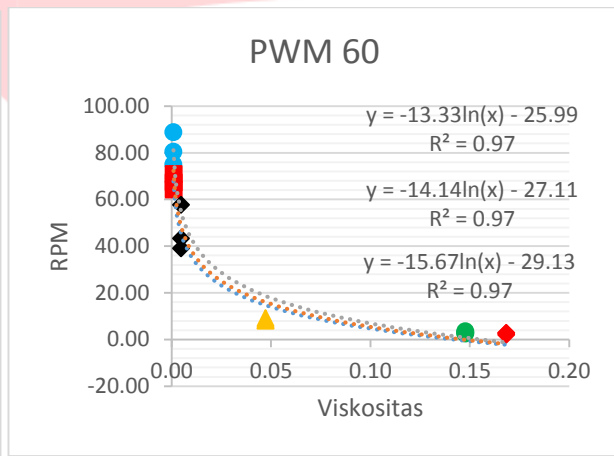
4. Hasil dan Analisis

4.1 Pengujian Rotasi Fluida

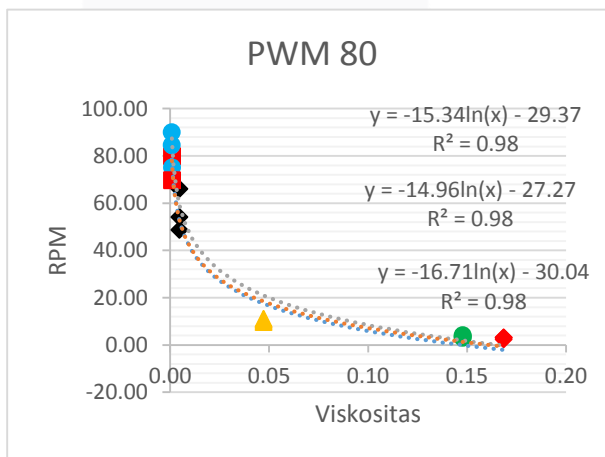
Pengujian rotasi fluida dilakukan dengan cara memutarakan larutan fluida yang memiliki viskositas yang berbeda-beda. Pada Tugas Akhir ini, larutan fluida yang uji yaitu aquadest, alkohol 96%, tinta hitam, minyak bimoli, oli SAE 10W-40 dan oli SAE 15W-40 yang mana setiap fluida tersebut memiliki nilai viskositas masing-masing adalah $0.88 \times 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$, $1.04 \times 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$, $4.74 \times 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$, $47.3 \times 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$, $147.81 \times 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$ dan $168.5 \times 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$ [8]. Nilai PWM yang diberikan mikrokontroler yaitu 40, 60, 80, 100, dan 120 yang mana setiap PWM tersebut akan diuji dengan volume 150 ml, 200 ml, dan 250 ml. berikut merupakan hasil pengujian rotasi fluida pada berbagai viskositas.



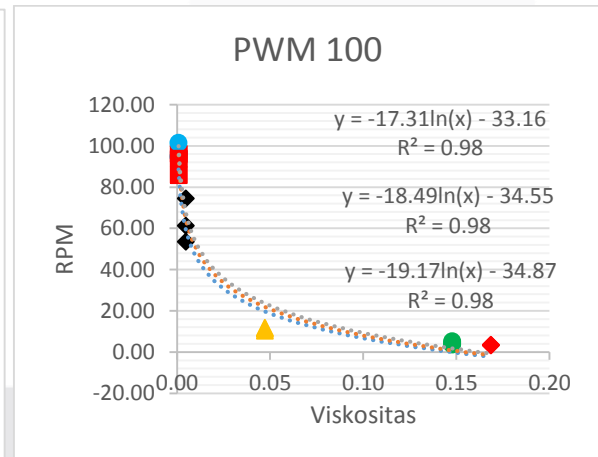
(a)



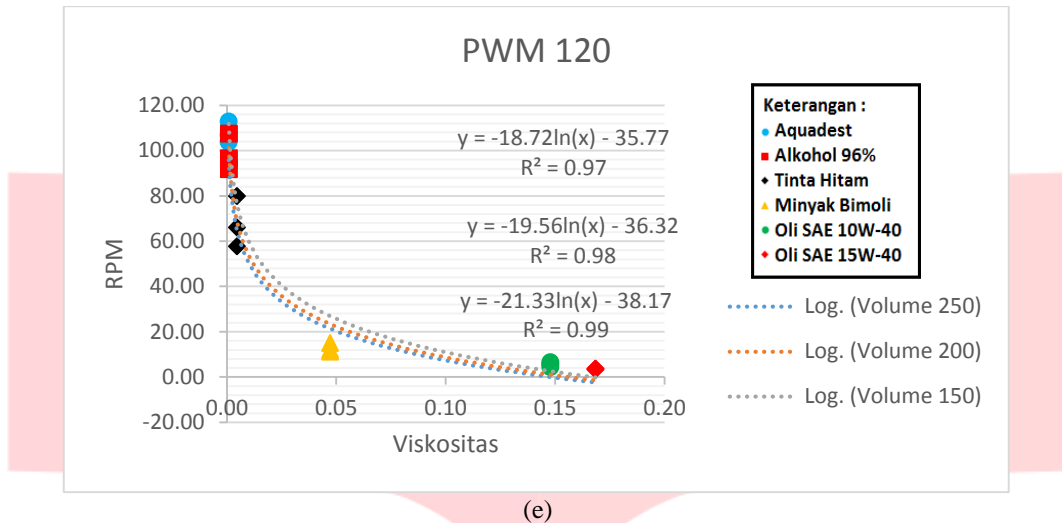
(b)



(c)



(d)

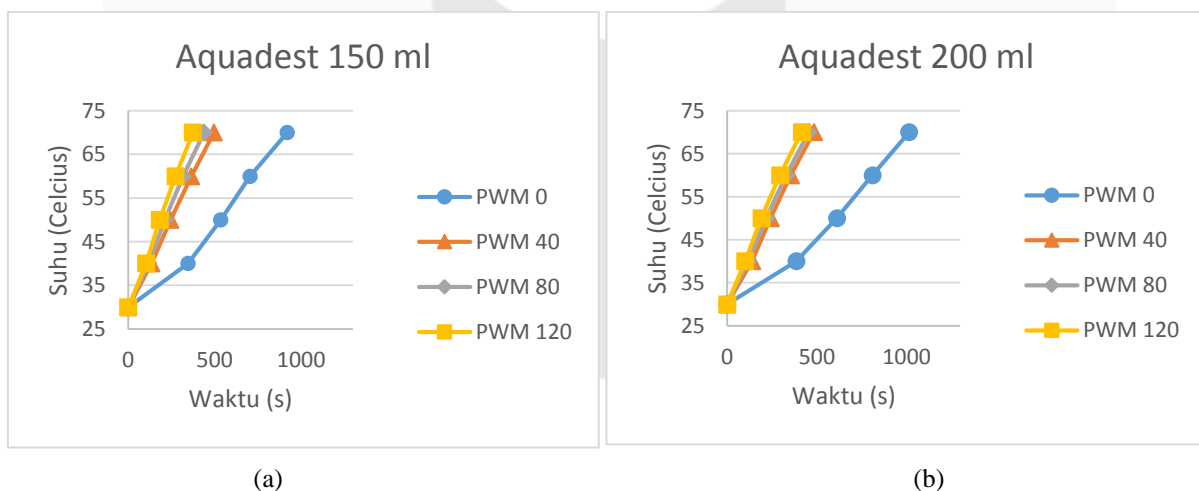


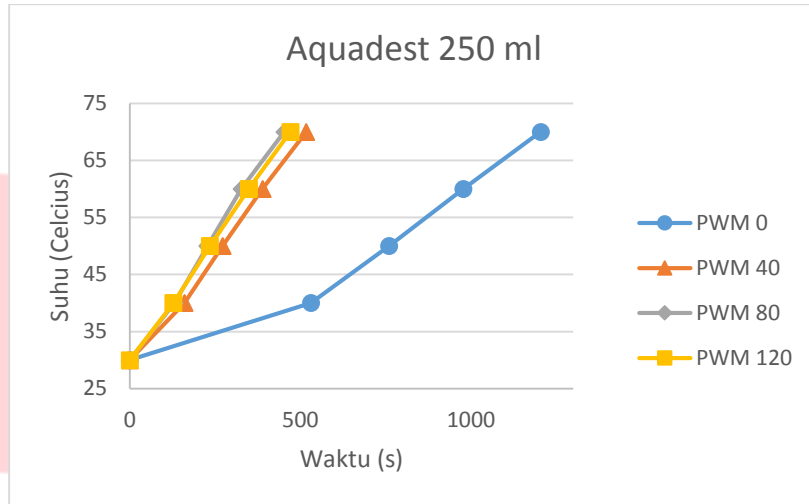
Gambar 3. Grafik RPM terhadap viskositas saat (a) PWM 40,(b) PWM 60, (c) PWM 80, (d) PWM 100, (e) PWM 120

Pada Gambar 3, garis putus-putus atau garis trend pada grafik di atas merupakan hasil regresi dari excel. Semakin besar nilai viskositas dan volume suatu fluida maka semakin kecil nilai kecepatan rotasi fluidanya. Dari semua grafik tersebut, kondisi optimum yaitu terletak pada kondisi PWM 120 dengan volume 150 ml; yang mana nilai error terbesar adalah 74.64% dan nilai error terkecil adalah 4.49%. Maka persamaan yang direkomendasikan yaitu $y = -21.33\ln(x) - 38.17$ dengan $R^2 = 0.99$. Setelah diperoleh persamaan $y = -21.33\ln(x) - 38.17$ maka dilakukan uji coba pada larutan yang terbaru dan telah diketahui viskositasnya untuk memvalidasi persamaan tersebut. Larutan baru yang diuji yaitu oli SAE 20 dengan viskositas $125 \times 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$. Dari hasil percobaan didapatkan bahwa RPM kecepatan rotasi oli SAE 20 pada saat PWM 120 volume 150 yaitu 8.15. Dari nilai RPM tersebut dimasukkan ke dalam persamaan $y = -21.33\ln(x) - 38.17$ dan didapatkan nilai error sebesar 8.82%.

4.2 Pengujian Pemanas

Pengujian dilakukan dengan cara memanaskan larutan fluida dengan viskositas yang berbeda-beda. Larutan yang dipanaskan yaitu aquadest dan oli SAE 10W-40. Mikrokontroler berfungsi untuk mengatur *set point* suhu pemanas dan kemudian akan dianalisis perubahan suhu fluida. Suhu yang digunakan untuk memanaskan larutan yaitu 40°C, 50°C, 60°C, dan 70°C. Berikut merupakan grafik hasil pengujian pemanasan fluida.

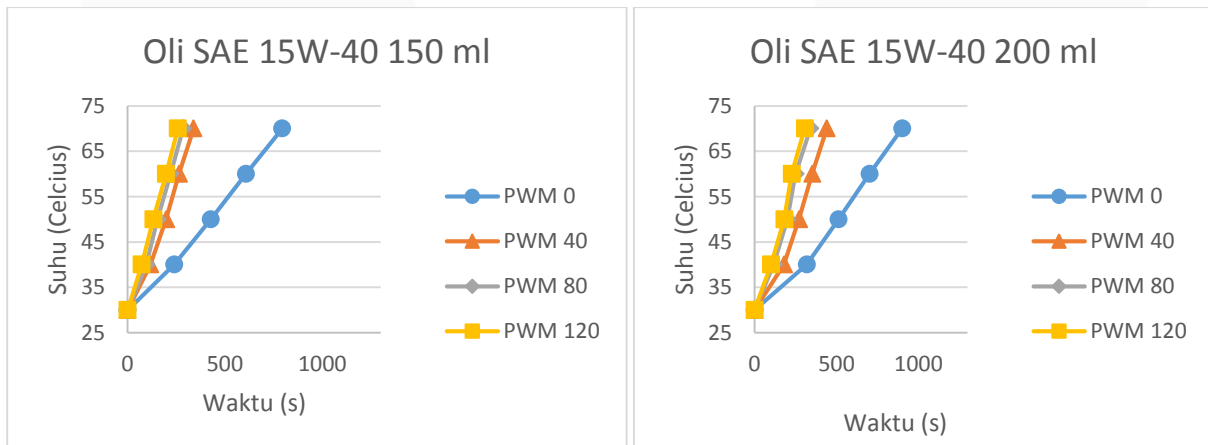




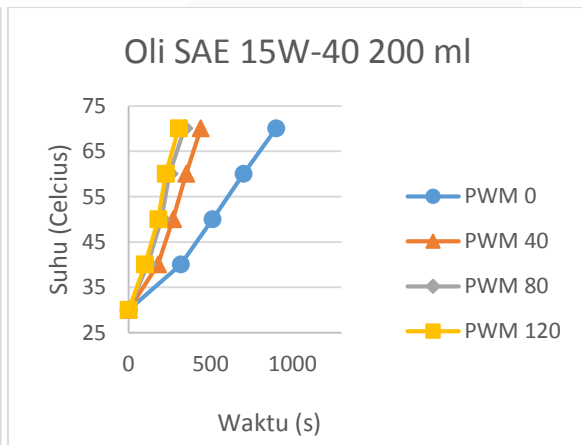
(c)

Gambar 4. Grafik suhu terhadap waktu aquadest pada (a) volume 150 ml,(b) volume 200 ml,(c) volume 250 ml

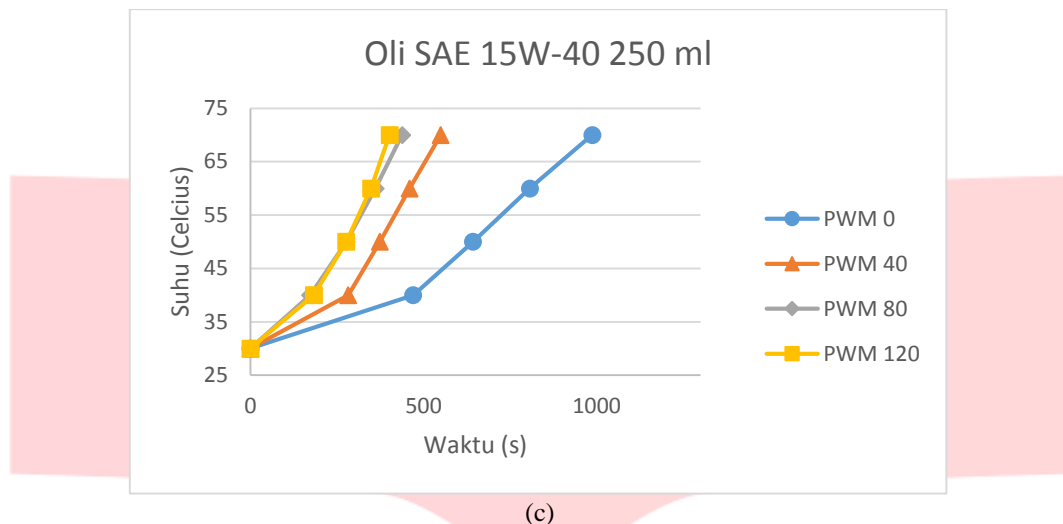
Berdasarkan Gambar 4 didapatkan bahwa waktu pemanasan aquadest setelah pengadukan (saat PWM 40) yaitu lebih cepat 50% lebih dari waktu pemanasan saat sebelum pengadukan. Dari grafik tersebut diperoleh bahwa persentase perubahan waktu pemanasan dari sebelum dan sesudah pengadukan pada suhu 40°C, 50°C, 60°C, 70°C yaitu 69.73%, 64.16%, 60.15%, 57.02% untuk volume 250 ml; 63.94%, 60.38%, 56.22%, 52.38% untuk volume 200 ml; dan 61.07%, 54.30%, 48.19%, 46.05% untuk volume 150 ml.



(a)



(b)



Gambar 5 Grafik suhu terhadap waktu oli pada (a) volume 150 ml, (b) volume 200 ml, (c) volume 250 ml

Berdasarkan Gambar 5 didapatkan bahwa waktu pemanasan oli setelah pengadukan (saat PWM 40) yaitu lebih cepat 39% lebih dari waktu pemanasan saat sebelum pengadukan. Dari grafik tersebut diperoleh bahwa persentase perubahan waktu pemanasan dari sebelum dan sesudah pengadukan pada suhu 40°C, 50°C, 60°C, 70°C yaitu 39.89%, 41.82%, 43.00%, 44.34% untuk volume 250 ml; 43.51%, 47.01%, 49.87%, 51.12% untuk volume 200 ml; dan 51.22%, 53.76%, 56.53%, 57.32% untuk volume 150 ml.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tentang studi sistem pengaduk berbasis magnet dan pemanas fluida dengan menggunakan mikrokontroler dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Sistem telah berhasil dirancang dengan PWM 40 sampai 120 dan pengontrol suhu pemanas dari 40°C hingga 70°C. Sistem digunakan untuk menguji pengadukan dan pemanasan.
2. Sistem digunakan untuk menguji hubungan antara RPM kecepatan rotasi fluida terhadap viskositas. Dari pengujian tersebut diperoleh korelasi berupa persamaan $y = -A \ln(x) - B$ (y merupakan nilai kecepatan rotasi fluida dan x merupakan nilai viskositas fluida); yang mana nilai A berbanding lurus dengan nilai PWM dan berbanding terbalik dengan volume.
3. Berdasarkan perhitungan data hasil pengujian, maka persamaan yang direkomendasikan untuk menentukan nilai viskositas fluida adalah $y = -21.33 \ln(x) - 38.17$ dengan $R^2 = 0.99$.
4. Berdasarkan perhitungan data hasil pengujian pengadukan setelah dikonversi ke dalam rumus, diperoleh error yang sangat bervariasi; sehingga metode rotasi fluida dengan stirrer memerlukan studi lebih lanjut jika akan digunakan untuk mengukur viskositas suatu larutan.
5. Dari hasil uji pemanasan, rata-rata laju pemanasan untuk setiap fluida akan semakin besar jika volume semakin kecil dan PWM yang diberikan semakin besar. Sedangkan rata-rata laju pemanasan untuk setiap fluida akan semakin kecil jika volume semakin besar dan PWM yang diberikan semakin kecil.
6. Dari hasil perhitungan, diperoleh bahwa rata-rata laju pemanasan untuk oli lebih besar dibandingkan dengan rata-rata laju pemanasan untuk aquadest yaitu 0.13°C/s untuk oli dan 0.10°C/s untuk aquadest.

6. Daftar Pustaka

- [1] Negara, A. S. (2012). *Analisa Komputasi Stir Casting Menggunakan Perangkat Lunak Fluent*. Semarang: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin, Universitas Diponegoro.
- [2] Asih A, M. G. (2013). *Mesin Peralatan Pengolahan Pangan (Kinetika Bahan Pangan Selama Penggorengan)*.
- [3] Setiawan, D. B. (2009). *Alat Pengontrol Suhu Pada Alat Pemanas Berbasis Mikrokontroler At89S51*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Manajemen Informasi dan Komputer, AMIKOM Yogyakarta.
- [4] Rahman, M. A. (2011). *Rancang Bangun Hotplate Stirrer Magnetik Terkendali Temperatur dan Kecepatan Pengaduk*. Depok: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
- [5] Faisal, H., Wildian, & Yusfi, M. (2013). *Rancang Bangun Magnetik Stirrer Berbasis Mikrokontroler AT89S52 dengan Pengaturan Waktu Melalui Keypad*. Padang: Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas.
- [6] Hananto, F. S. (2013). *Rancang Bangun Sensor Viskositas Cairan Menggunakan Strain Gauge dengan Prinsip Silinder Konsentris*. *Neutrino Vol.5, No.2*.

- [7] Budianto, A. (2008). Metode Penentuan Koefisien Kekentalan Zat Cair dengan Menggunakan Regresi Linear Hukum Stokes.
- [8] Viscopedia. [Online]. Diambil kembali dari <http://www.viscopedia.com/viscosity-tables/>. [Diakses : 9 Agustus 2017]

