



## OPTIMALISASI TITIK DIDIH MINYAK GORENG PADA SUHU TINGGI DENGAN METODE PERANGKAP SUHU

**Kurniawan Arizona<sup>1)\*</sup>, Nurhuda<sup>2)</sup>, Gancang Saroja<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Program Studi Tadris Fisika FTK Universitas Islam Negeri Mataram, Jl. Gajah Mada No.100, Mataram, Indonesia

<sup>2)</sup> Program Studi Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, Indonesia

---

### Info Artikel

*Sejarah Artikel:*  
Diterima Juli 2019  
Disetujui Desember 2019  
Dipublikasikan Desember 2019

---

*Kata Kunci:*  
Titik didih, perangkap suhu, minyak goreng

---

### Abstrak

Konversi biomassa dengan metode pirolisis membutuhkan suhu yang tinggi sekitar 200-500°C tergantung dari jenisnya. Untuk mencapai suhu tersebut dibutuhkan tekanan eksternal yang mengakibatkan proses konversi tidak efisien. Diusulkan suatu skema baru yaitu reaktor pemanas menggunakan metode perangkap suhu tanpa memberikan tekanan eksternal. Pengujian telah dilakukan dengan cara memanaskan 4liter minyak goreng pada kecepatan putaran pengaduk yang bervariasi yaitu 5 rpm, 10 rpm, 20 rpm dan 30 rpm. Hasil yang diperoleh, makin cepat putaran pengaduk, mengakibatkan kenaikan suhu makin lambat. Suhu maksimum yang dicapai pada reaktor bawah yaitu 300°C dengan kecepatan putaran pengaduk 5 rpm. Diharapkan dengan pencapaian suhu ini, reaksi konversi biomassa dengan metode pirolisis untuk penelitian selanjutnya dapat tercapai.

---

\* Corresponding Author: [kurniawaan@gmail.com](mailto:kurniawaan@gmail.com)

### Alamat korespodensi:

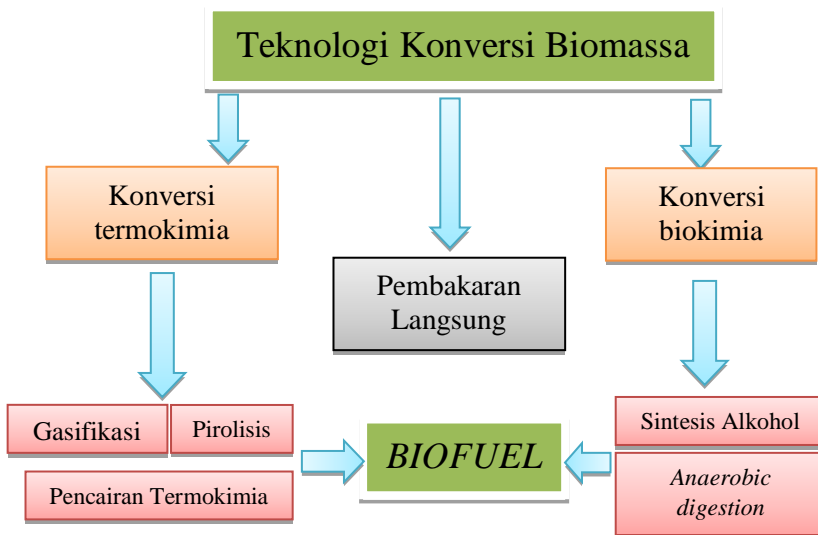
Gedung Pasca Sarjana Lantai 3 Kampus 2 UIN Mataram, Jl. Gajah Mada 100 Jempong Mataram, Indonesia  
Email: [jurnalkonstan@uinmataram.ac.id](mailto:jurnalkonstan@uinmataram.ac.id)

## PENDAHULUAN

Saat ini, cadangan minyak dunia makin menipis serta kualitas udara makin buruk karena polusi sisa-sisa pembakaran. Hal tersebut mendorong kita untuk mencari sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui serta ramah lingkungan. Alternatif yang masih menjanjikan untuk memecahkan permasalahan ini adalah konversi biomassa. Sumber biomassa mudah didapatkan dan dapat diperbaharui. Menurut data, potensi energi biomassa di Indonesia cukup besar, mencapai 434.008 Gwh [1]. Limbah biomassa juga tersedia sangat banyak di sekitar kita. Beberapa diantaranya berupa limbah kayu, sekam padi, jerami, ampas tebu, cangkang, sawit, dan sampah organik.

Biomassa dapat dikonversi menjadi berbagai bentuk sumber energi. Metode yang populer untuk mengkonversi biomassa saat ini adalah pirolisis untuk menghasilkan *bio-oil*, esterifikasi untuk menghasilkan biodiesel, fermentasi untuk menghasilkan *bioethanol*, *anaerobic digester* untuk menghasilkan *biogas*, gasifikasi untuk menghasilkan energi panas dan pembakaran langsung.

Biomassa dapat diubah menjadi energi alternatif dengan tiga proses utama yaitu pembakaran langsung, konversi secara termokimia dan proses biologi. Proses konversi termokimia dapat dibagi menjadi tiga, yaitu gasifikasi, pirolisis, dan pencairan secara termokimia [2]. Gambar 1 menunjukkan skema dari metode yang digunakan dalam mengkonversi biomassa menjadi bahan bakar:



Gambar 1. Skema Konversi Biomassa [7]

Dari beberapa metode konversi biomassa tersebut, metode yang cukup menjanjikan adalah metode pirolisis. Para peneliti di *University of Georgia* telah melakukan penelitian untuk mendapatkan *bio-oil* dari kayu terdiri dari dua tahap. Tahap pertama, memanaskan pelet dan serpihan kayu dengan proses pirolisis. Proses ini menggunakan tekanan tinggi dan tidak memerlukan oksigen. Tahap kedua, mengkondensasi gas yang dihasilkan dari proses sebelumnya menjadi *bio-*

*oil*. Kurang lebih 34% dari *bio-oil* dapat diperoleh dari kayu. Sementara, arang yang dihasilkan pada proses pirolisis tersebut dipergunakan sebagai pupuk [3]. Pirolisis dapat didefinisikan sebagai degradasi termal yang dalam proses pemanasan tersebut tidak membutuhkan *supply* oksigen dari luar [4]. Penggunaan teknologi pirolisis untuk menghasilkan sumber energi hidrokarbon alternatif telah dikembangkan. Dari hasil pirolisis ini kemudian dapat dilakukan konversi produk, salah satunya untuk kepentingan sintesis bahan pengganti minyak bumi atau bahan obat-obatan. Secara bertahap, pirolisis kayu akan mengalami penguraian: (i) hemiselulosa terdegradasi pada 200-260°C, (ii) selulosa pada 240°C-350°C, dan lignin pada 280°C sampai 500°C. Degradasi termal dapat dilakukan dengan adanya pelarut dalam jumlah rendah sehingga reaksi berjalan lebih cepat [5].

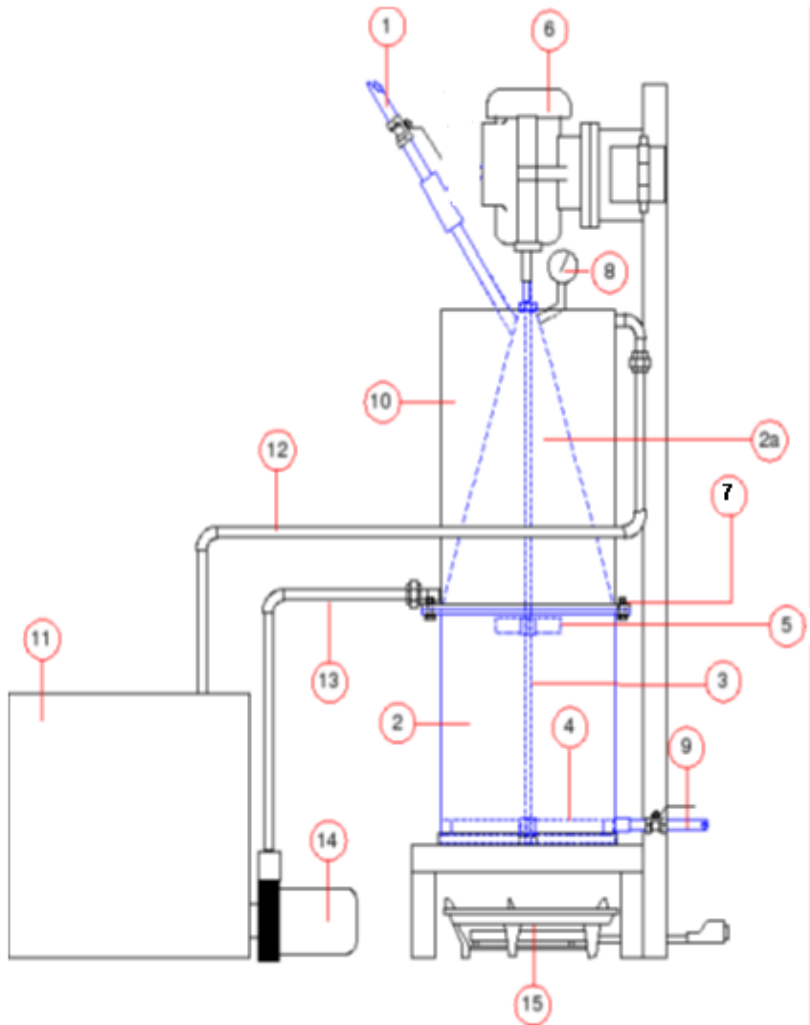
Pirolisis cepat (*fast pyrolysis*) merupakan salah satu proses yang relatif baru dalam menghasilkan energi terbarukan. Dibandingkan dengan pembakaran dan gasifikasi yang telah dipraktekkan secara luas dan komersial, pirolisis biomassa masih berada dalam tahap pengembangan awal. Penelitian seputar konversi biomassa menjadi produk cair berkualitas bahan bakar telah dilakukan oleh Poerwanto dengan hasil yang cukup memuaskan secara ekonomi [6]. Proses konversi biomassa menjadi *biofuel* dengan metode pirolisis membutuhkan suhu yang tinggi, berkisar antara 200 °C sampai 500 °C tergantung dari jenis bahannya [5]. Kisaran suhu tersebut dapat diperoleh dengan memberikan tekanan eksternal, yang tentunya membutuhkan teknis lebih rumit dan dapat mengakibatkan proses konversi tidak efisien. Berdasarkan hal tersebut, dirancanglah sebuah alat pemanas yang diharapkan dapat menghasilkan suhu tinggi tanpa penambahan tekanan eksternal, yaitu dengan metode perangkap suhu [7]. Alat pemanas tersebut perlu diuji secara eksperimen terkait dengan suhu maksimum yang dicapai dari suatu larutan.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini termasuk penelitian eksplorasi dengan pendekatan eksperimen untuk melihat pengaruh pemanasan *solven* (larutan) minyak goreng terhadap titik didihnya. Alat yang digunakan terdiri atas reaktor pemanas dengan metode perangkap suhu yang telah dibuat, ditunjukkan seperti pada Gambar 1. Komponen-komponen penyusun reaktor sebagai berikut: 1) saluran masuk larutan disertai dengan kran pengatur, 2) tabung reaktor dan bagian atas tabung reaktor (2a), 3) sumbu pengaduk, 4) flap pengaduk bagian bawah, 5) flap pengaduk pembuat turbulen, 6) motor listrik untuk penggerak pengaduk, 7) sambungan antara tabung reaktor bawah dan bagian atas yang berbentuk kerucut, 8) Pengukur tekanan, 9) saluran pipa keluar hasil pemanasan, 10) selimut berbentuk kerucut berisi air pendingin untuk reservoir pendingin, 11) bak penampung air pendingin, 12) saluran keluar air pendingin, 13) saluran masuk air pendingin, 13) pompa air DC, dan 15) kompor gas LPG.

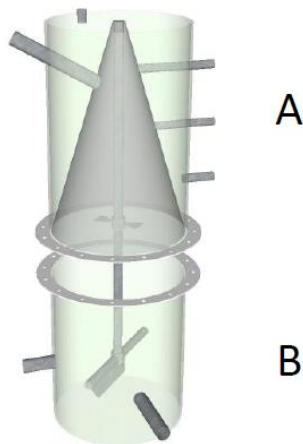
Bagian paling penting dari reaktor adalah tabung tempat melangsungkan reaksi pemanasan, tabung ini diharapkan dapat terjadi proses depolimerisasi biomassa. Gambar 2 menunjukkan potongan tabung bawah (tabung reaktor B), potongan tabung atas (tabung reaktor A) dan penggabungan keduanya

(Gambar 3). Untuk menghindari kebocoran, pada sambungan antara tabung A dan B dipasang *pack* yang terbuat dari bahan tahan panas. Sambungan tersebut diperkuat dengan lem silikon dan bantuan sekrup. Dengan cara ini, reaktor dapat dibongkar pasang tanpa kesulitan. Konfigurasi demikian juga memungkinkan memvariasi sistem pengadukan agar diperoleh kondisi optimum.



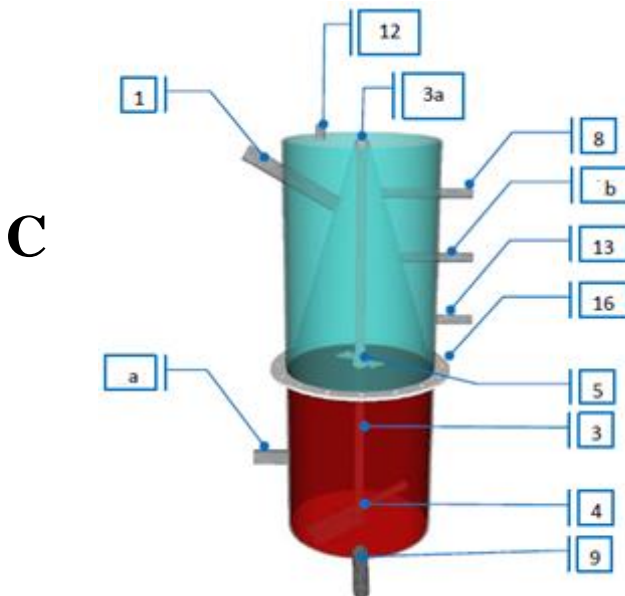
**Gambar 2.** Konstruksi Reaktor Pemanas dengan Metode Perangkap Suhu [5]

Tabung B merupakan tempat melangsungkan reaksi pemanasan. Tabung ini mendapatkan sumber panas dari kompor gas LPG yang ditempatkan di bawah tabung. Karenanya, dasar tabung harus dibuat dari bahan yang relatif tebal. Pada dasar tabung tersebut terdapat rumah duduk (*housing*) dari sistem pengaduk.



**Gambar 3.** Potongan Tabung Bawah (B) dan Potongan Tabung Atas (A)

Tabung A merupakan reservoir pendingin yang akan menahan terjadinya pemanasan sehingga menghambat munculnya *byproduct gas*. Untuk tujuan tersebut, ruangan dalam tabung A dibuat menjadi dua bagian. Ruangan dalam berbentuk kerucut adalah tempat larutan, sedangkan sisi luarnya adalah kolom berisi air yang menyelimuti bagian dalam. Air dalam kolom tersebut disirkulasikan dengan menggunakan pompa air. Dengan cara demikian, suhu ruangan dalam turun sampai batas mendekati titik didih air 100 °C.



**Gambar 4.** Tabung (C) Menggambarkan Tabung A dan B yang Sudah Digabungkan dalam Satu Kesatuan

Untuk menghindari kontak yang terlalu lama antara *biomass slurry* (untuk penelitian selanjutnya) dengan dasar tabung yang suhunya sangat tinggi, diperlukan

sistem pengaduk. *Flap* pengaduk (4) diusahakan menempel dengan dasar bejana, sehingga setiap endapan kerak karbon yang terjadi dapat segera dikikis oleh putaran *flap* pengaduk. Dengan cara demikian, pemanasan berlangsung dengan waktu kontak yang dapat dikendalikan dan terjadinya kerak karbon dapat dicegah.

Larutan yang sudah mengalami pemanasan dan mempunyai massa jenis lebih ringan sehingga bergerak ke bagian atas tabung. Agar minyak goreng hasil pemanasan tersebut lebih cepat didinginkan, kontak dengan permukaan dingin harus dibuat seintensif mungkin. Karenanya, aliran minyak goreng (biomassa untuk penelitian selanjutnya) yang bergerak ke atas perlu dibuat turbulen. Untuk itu, diperlukan sebuah flap pengaduk tambahan (5) yang satu sumbu dengan flap pengaduk bagian bawah (4).

Pengukuran suhu reaksi dilakukan dengan menempatkan dua sensor suhu pada dinding tegak bagian dalam reaktor. Untuk itu, digunakan 2 termokopel (a dan b), yang satu pada posisi tepat diatas dasar bejana sedangkan satunya pada posisi di reservoir pendingin [7].

Alat berikutnya adalah Display pencatat suhu dan kecepatan putaran. Alat ini berfungsi untuk mengetahui nilai suhu dan kecepatan putaran yang bekerja pada reaktor pemanas.

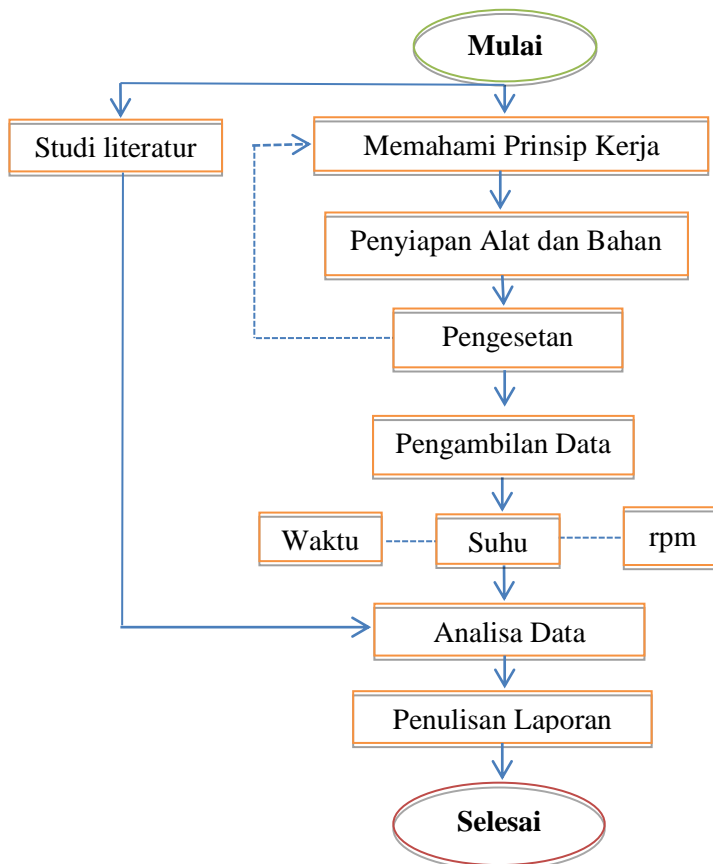


Gambar 5. Display Pencatat Suhu dan Kecepatan Putaran

Bagian-bagian dari panel seperti yang terlihat pada Gambar 5 adalah: 1) display suhu, berfungsi untuk menampilkan suhu yang terukur pada reaktor bagian bawah dan atas, 2) *On/off* termokopel, berfungsi sebagai saklar penghubung termokopel ke display. Di dalam melakukan pengambilan data temperatur yang terukur pada reaktor, dilakukan secara bergantian. Ketika ingin mengetahui suhu pada reaktor bawah, tombol pada termokopel bagian atas harus dalam keadaan *off* dan begitu sebaliknya, 3) power display berfungsi sebagai saklar (menghidupkan dan mematikan) seluruh sistem yang ada pada panel, 4) pengatur arah putaran, berfungsi untuk mengendalikan arah putaran dari pengaduk (bisa berlawanan atau searah jarum jam), 5) pengatur kecepatan putaran (dalam satuan rpm), dan 6) display pencatat putaran, memberikan informasi nilai kecepatan putaran dari pengaduk. Alat-alat pendukung yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya:

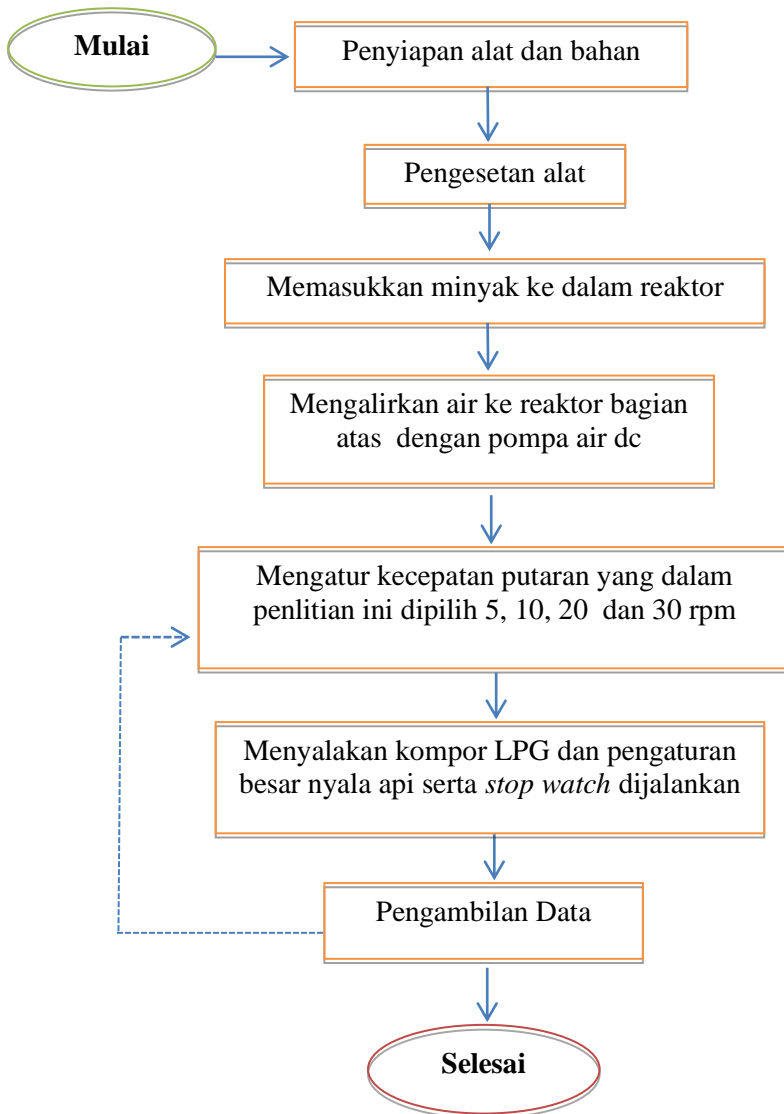
1) *stopwatch* sebagai pencatat waktu, 2) *Power suplay* DC sebagai sumber tegangan pompa air, 3) multimeter digunakan untuk mengukur tegangan *output* dari power suplay, yang mana pompa air membutuhkan sumber tegangan sebesar 24 volt, 4) termometer digital, sebagai alat kalibrasi termometer yang tersedia pada alat, dan 5) komputer yang di dalamnya ada aplikasi Microsoft Office Excel sebagai sarana pengolahan data. Bahan yang digunakan yaitu minyak goreng sebagai larutan yang diuji titik didihnya dan air sebagai pendingin pada reaktor bagian atas.

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu: 1) studi literatur terkait dengan materi biomassa, proses pirolisis, temperatur, perpindahan panas, minyak goreng dan termokopel, 2) memahami prinsip kerja dari reaktor pemanas dengan metode perangkat suhu, 3) memperbaiki dan melengkapi kekurangan yang ada pada alat konversi tersebut, 4) pengujian keseluruhan alat, 5) pengesetan alat, 6) pengambilan data, 7) analisa data, dan 8) penulisan skripsi. Skema dari tahapan penelitian disajikan seperti Gambar 6.



Gambar 6. Skema Tahapan Penelitian

Adapun proses pengambilan data dapat dilihat pada skema di bawah ini.



**Gambar 7.** Skema Pengambilan Data

Berdasarkan Gambar 7 di atas, pertama-tama yang dilakukan adalah mengeset alat dan menyiapkan bahan-bahan yang dibutuhkan. Selanjutnya memasukkan minyak goreng yang akan diuji titik didihnya dan menyalakan pompa dc supaya air yang sudah tersedia pada bak penampung, dapat masuk ke reaktor bagian atas yang berfungsi sebagai pendingin. Display pencatat suhu dan kecepatan putaran dihidupkan. Nilai suhu awal bagian bawah dan bagian atas dicatat. Motor yang berfungsi memutar pengaduk pada reaktor dihidupkan dan diatur kecepatan putarannya (yang pada penelitian ini, ada empat variasi putaran yaitu 5 rpm, 10 rpm, 20 rpm dan 30 rpm. Kompor gas LPG yang berfungsi sebagai sumber panas



dinyalakan, yang pada saat bersamaan perhitungan waktu dengan stopwatch mulai dijalankan. Kenaikan suhu setiap menit dicatat sampai terlihat pada display, kenaikan suhu mulai konstan.

Dari data yang telah diperoleh, kemudian diolah dengan menggunakan aplikasi microsoft excel 2010 versi beta. Data-data tersebut diketik ulang berupa tabel dan diplotkan dalam bentuk grafik, kemudian dicari hubungan antara waktu (setiap menit) dengan kenaikan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ). Berdasarkan dari grafik yang dibuat, akan diketahui seberapa besar pengaruh kecepatan putaran terhadap kenaikan suhu dan suhu maksimum yang dicapai minyak goreng.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, percobaan yang dilakukan adalah menentukan bekerja atau tidaknya metode perangkat temperatur pada reaktor pemanas. Salah satu indikasi keberhasilan alat ini adalah diperolehnya titik didih minyak goreng di atas titik didih normal pada tekanan satu atmosfer (1 atm).

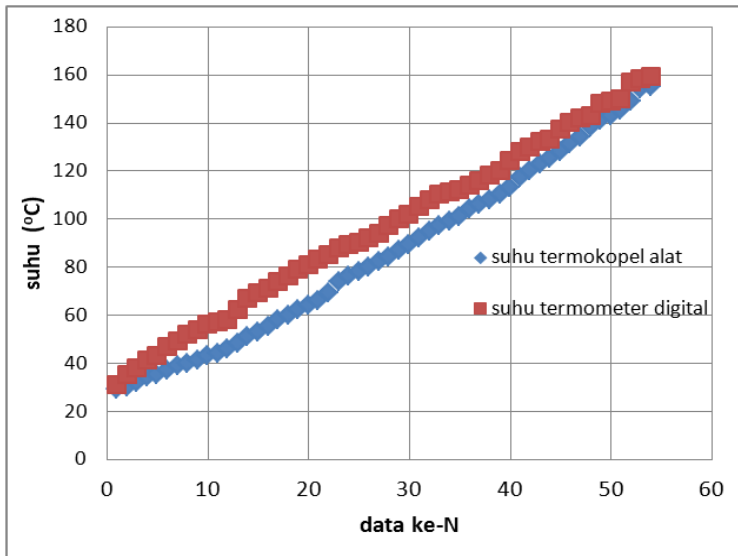
### A. Hasil Kalibrasi Alat Pengukur Suhu pada Reaktor Pemanas dengan termometer digital

Sebelum melakukan pengambilan data, sensor pengukur suhu (termokopel) pada reaktor pemanas dikalibrasi menggunakan termometer digital. Kalibrasi dilakukan dengan memasukkan termokopel yang terdapat pada termometer digital dan termokopel pada reaktor pemanas ke dalam panci kompor listrik yang telah diisi minyak goreng seperti Gambar 8 di bawah ini:



**Gambar 8.** Kalibrasi Alat Pengukur Suhu (panel yang besar merupakan display suhu pada reaktor, sedangkan yang kecil merupakan termometer digital)

Dari proses kalibrasi, diperoleh data dan diplot dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 9 sebagai berikut:



**Gambar 9.** Grafik Hasil Kalibrasi antara Termokopel Digital Dengan Termokopel pada Alat

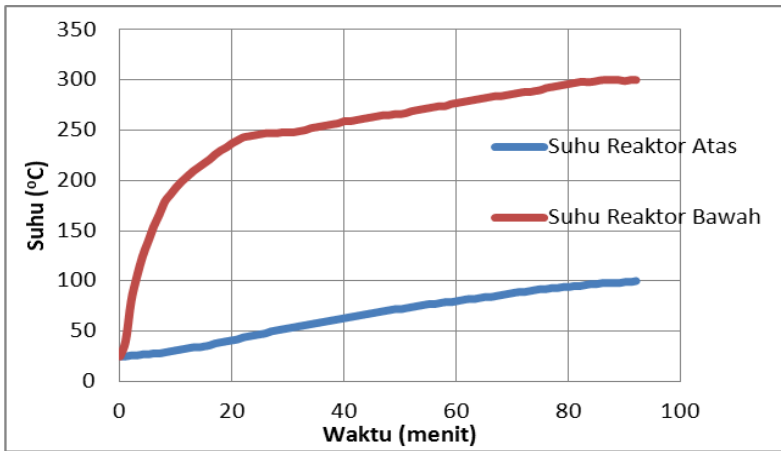
Berdasarkan grafik di atas, perbandingan suhu yang terdeteksi oleh termokopel pada reaktor pemanas, dengan termokopel pada termometer digital terdapat perbedaan. Mulai awal sampai pertengahan kalibrasi, perbedaan antara suhu yang tercatat pada kedua termometer cukup signifikan. Sedangkan diakhir kalibrasi, kedua termometer hampir menunjukkan nilai yang sama. Walaupun demikian, dari segi kelinearan dan rentang daerah kerja (-200 sampai +1350°C) termokopel pada alat masih bisa digunakan.

**B. Pemanasan Minyak Goreng Pada Reaktor Pemanas Perangkat Suhu**

Larutan yang diuji pada penelitian ini adalah minyak goreng yang hanya memiliki titik didih normal sekitar 180°C. Berikut ini ditunjukkan hasil pemanasan larutan minyak goreng pada reaktor perangkat suhu dengan kecepatan putaran pengaduk 5 rpm, 10 rpm, 20 rpm, dan 30 rpm.

1. Pemanasan minyak goreng dengan putaran 5 rpm

Percobaan diawali dengan memasukkan 4 liter minyak goreng ke dalam reaktor pemanas. Kompor yang menggunakan gas LPG dinyalakan dan mesin pengaduk mulai dijalankan dengan kecepatan putaran 5 rpm. Kenaikan temperatur di bagian atas dan bawah dicatat tiap menit, sampai menit ke-92. Dari data yang diperoleh diolah menjadi grafik hubungan antara waktu (menit) dengan temperatur (°C) yang dicapai seperti pada Gambar 10 di bawah ini:

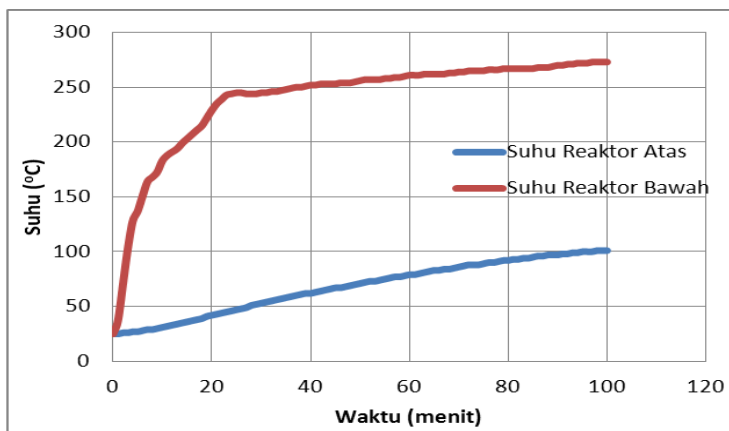


**Gambar 10.** Grafik Hasil Percobaan Pemanasan Minyak Goreng pada Reaktor dengan Kecepatan Putaran 5 rpm

Berdasarkan grafik di atas, terlihat bahwa mulai dari menit pertama sampai menit ke-26 reaktor pemanas bagian bawah meningkat sangat cepat, namun setelah menit ke-27 sampai menit ke-92 kenaikan suhu melambat sampai akhirnya nilai suhu maksimum yang tercatat 300°C. Sementara pada waktu yang bersamaan, pada reaktor bagian atas, suhu pada menit pertama sampai menit terakhir meningkat secara perlahan dan suhu maksimum yang tercapai adalah 100°C.

## 2. Pemanasan Minyak Goreng dengan Putaran 10 rpm

Sama halnya dengan percobaan putaran 5 rpm. Setelah mengubah kecepatan putaran menjadi 10 rpm kenaikan temperatur di bagian atas dan bawah dicatat tiap menit, sampai menit ke-99. Berdasarkan data diperoleh grafik hasil uji coba dinyatakan seperti pada Gambar 11.

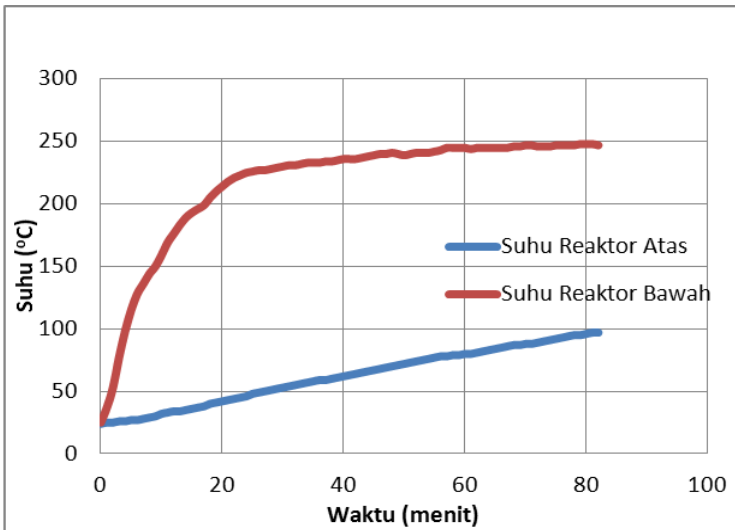


**Gambar 11.** Grafik Hasil Percobaan Pemanasan Minyak Goreng pada Reaktor dengan Kecepatan Putaran 10 rpm

Pada grafik di atas, temperatur awal minyak goreng bernilai sama pada reaktor bagian atas dan bawah yaitu 25°C. Pada menit berikutnya temperatur di reaktor bagian bawah meningkat dengan tajam, hingga mencapai 245°C, sedangkan temperatur di reaktor bagian atas meningkat secara perlahan dan hanya tercatat 47°C. Namun setelah menit ke-26 sampai menit ke-99 temperatur reaktor bagian bawah naik secara perlahan sampai suhu maksimum 273°C dan suhu pada reaktor atas mencapai 101°C.

### 3. Pemanasan minyak goreng dengan putaran 20 rpm

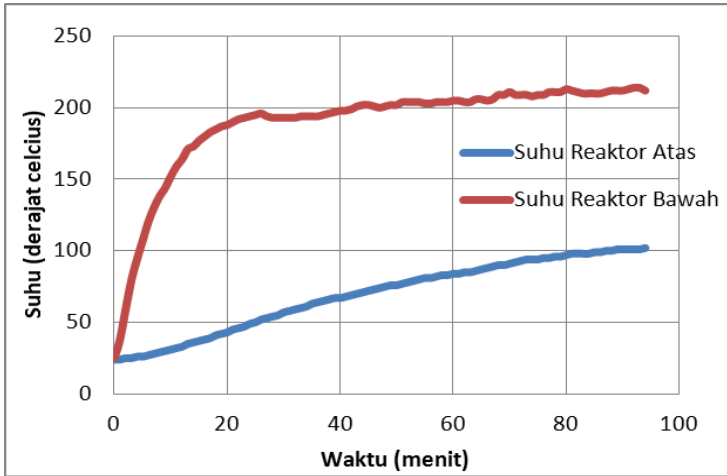
Seperti langkah percobaan sebelumnya, volume minyak goreng yang dimasukkan ke tabung reaktor sebanyak 4 liter. Kecepatan putaran pengaduk diatur menjadi 20 rpm dan api pada kompor gas LPG dinyalakan. Dari data yang didapatkan, terlihat kenaikan temperatur setiap menitnya seperti pada Gambar 10 di bawah ini. Dari grafik tersebut, temperatur pada reaktor atas mulai dari menit pertama sampai menit ke-82 meningkat secara perlahan mulai dari 24°C sampai 97°C. Adapun pada temperatur reaktor bagian bawah mulai dari menit pertama sampai menit ke-24, kenaikan temperatur yang terlihat pada grafik cukup tajam. Sedangkan dari menit ke 25 sampai menit ke 82 kenaikan suhu mulai melambat. Suhu maksimum reaktor bagian bawah yang dicapai adalah 248°C seperti yang ditunjukkan pada gambar 12.



**Gambar 12.** Grafik Kenaikan Temperatur Larutan Minyak Goreng pada Reaktor dengan Kecepatan Putaran 20 Rpm

### 4. Pemanasan Minyak Goreng dengan Putaran 30 rpm

Pada pemanasan minyak goreng dengan putaran 30 rpm diperoleh data hasil penelitian. Setelah diolah menjadi grafik hubungan antara waktu (menit) dan temperatur (°C) akan tampak sebagai berikut:

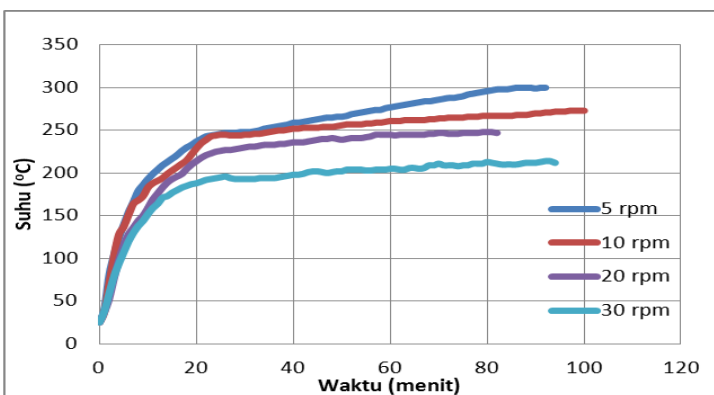


**Gambar 13.** Grafik Kenaikan Temperatur Larutan Minyak Goreng pada Reaktor Dengan Kecepatan Putaran 30 rpm

Berdasarkan Gambar 13 di atas, mulai dari menit pertama temperatur pada reaktor bagian bawah terus meningkat sampai menit ke-22. Namun mulai menit ke-23, temperatur meningkat secara perlahan dan tidak beraturan sampai suhu maksimum yang tercatat adalah 214°C. Sementara pada reaktor atas, temperatur meningkat secara perlahan mulai dari 24°C sampai 102°C.

*C. Perbandingan kenaikan suhu pada minyak goreng dengan putaran yang berbeda*

Dari data yang diperoleh, kecepatan putaran pengaduk berpengaruh terhadap kenaikan suhu minyak goreng pada reaktor bawah. Agar lebih jelas terlihat perbedaannya, dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



**Gambar 14.** Grafik Kenaikan Suhu pada Reaktor Bawah pada Kecepatan Putaran Pengaduk yang Berbeda

Mengacu dari Gambar 14, terlihat bahwa dari kecepatan putaran pengaduk yang berbeda (5 rpm, 10 rpm, 20 rpm dan 30 rpm) memiliki tipe kenaikan temperatur reaktor bawah yang hampir sama. Hal ini terlihat, mulai dari menit pertama sampai menit ke-26 terjadi kenaikan temperatur yang sangat cepat. Namun menit berikutnya kenaikan temperatur reaktor bawah mulai melambat sampai suhu tertentu, hal ini disebabkan oleh terjadi titik jenuh kenaikan temperatur minyak goreng.

Berdasarkan Gambar 14 temperatur tertinggi yang dicapai adalah 300°C pada saat kecepatan putaran 5 rpm. Sementara dengan kecepatan 30 rpm suhu maksimum yang dicapai adalah 214°C. Makin cepat putaran pengaduk mengakibatkan makin lambat kenaikan suhu reaktor bawah. Agar lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 1.

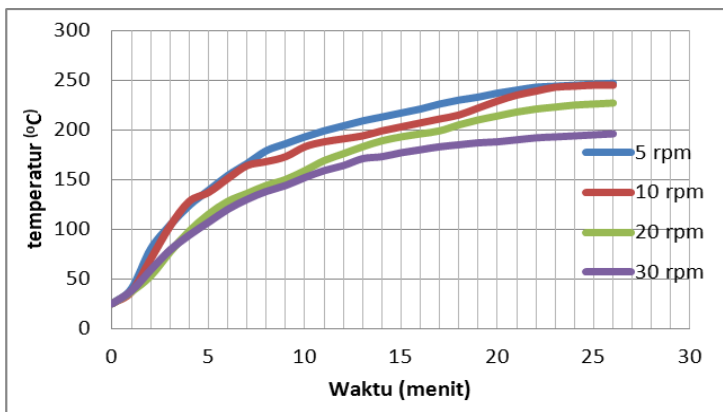
**Tabel 1.** Perbandingan Suhu Maksimum Reaktor Atas dan Bawah Terhadap Kecepatan Putaran Pengaduk

NO	v rpm	T <sub>maks</sub> Reaktor Bawah	T <sub>maks</sub> Reaktor Atas
1	5 rpm	300°C	100°C
2	10 rpm	273°C	101°C
3	20 rpm	247°C	97°C
4	30 rpm	214°C	101°C

Tabel 1 menunjukkan perbandingan suhu maksimum pada reaktor atas dan bawah terhadap kecepatan putaran pengaduk. Makin cepat putaran pengaduk, suhu maksimum yang dicapai pada reaktor bawah makin tinggi. Sedangkan pada reaktor bagian atas, suhu maksimum yang dicapai mendekati titik didih air.

*D. Perkiraan Titik Didih Minyak Goreng pada Kecepataran Putaran Pengaduk yang Bervariasi*

Berdasarkan Gambar 15, diprediksi titik didih minyak goreng tercapai ketika grafik mulai mengalami saturasi (titik jenuh). Apabila grafik pada Gambar 12 dipotong saat berada pada titik jenuh, akan terlihat pada grafik berikut:



**Gambar 15.** Grafik Kenaikan Suhu Minyak Goreng pada Reaktor Bawah sampai Mengalami Saturasi

Dari Gambar 13 titik didih minyak goreng pada setiap kecepatan putaran pengaduk dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut.

**Tabel 2.** Titik Didih Minyak Goreng pada Kecepatan Putaran Pengaduk yang Bervariasi

NO	Menit ke	v rpm	Titik Didih
1	26	5 rpm	247°C
2		10 rpm	245°C
3		20 rpm	227°C
4		30 rpm	196°C

Berdasarkan data pada tabel di atas, titik didih minyak goreng tergantung dari kecepatan putaran pengaduk. Makin cepat putaran pengaduk mengakibatkan titik didih minyak goreng makin rendah. Titik didih minyak goreng tertinggi yang dicapai pada penelitian ini adalah 247°C ketika kecepatan putaran pengaduk 5 rpm. Sedangkan titik didih yang terendah adalah 196°C saat kecepatan putaran pengaduk 30 rpm.

#### E. Pembahasan

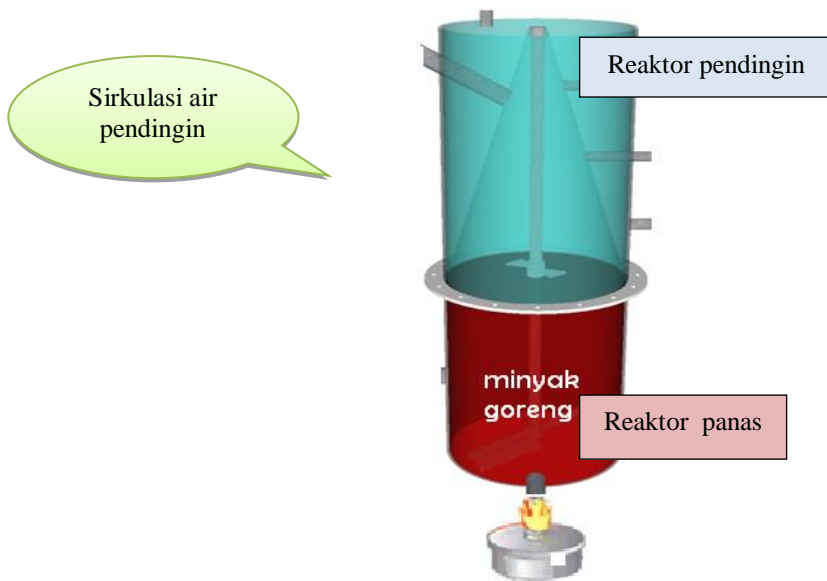
Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kenaikan temperatur dari minyak goreng yaitu intensitas nyala api, massa minyak goreng dan sifat konduktivitas logam penyusun reaktor. Pada setiap percobaan untuk kecepatan putaran pengaduk yang divariasi (5 rpm, 10 rpm, 20 rpm, dan 30 rpm) dengan nyala api dan volume minyak goreng yang konstan pada tabung reaktor yang sama. Dalam hal ini pembahasan dititikberatkan pada pengaruh putaran terhadap kenaikan temperatur dan pencapaian suhu maksimum dari minyak goreng.

Proses perpindahan panas yang terjadi pada percobaan ini meliputi peristiwa konduksi, konveksi dan radiasi. Ketika api pada tungku dinyalakan, terjadi pancaran kalor (radiasi) dan aliran kalor (konveksi) menuju tabung reaktor sehingga mengakibatkan tabung reaktor bagian bawah akan menjadi panas. Setelah kompor dinyalakan, aliran panas dan pancaran panas terjadi secara langsung dari suatu benda yang temperaturnya lebih tinggi ke benda lain yang memiliki temperatur lebih rendah. Reaktor bawah yang berbentuk tabung terbuat dari bahan stainless merupakan konduktor panas yang baik, sehingga panas yang diterima dari kompor gas LPG secara konveksi dan radiasi akan segera ditransfer ke minyak goreng yang ada di dalamnya. Hal ini akan mengakibatkan temperatur minyak goreng akan menjadi lebih tinggi.

##### 1. Pencapaian suhu maksimum minyak goreng

Ketika mendekati titik didihnya, minyak goreng yang dipanaskan pada reaktor bawah akan naik ke tabung bagian atas seperti yang ditunjukkan pada gambar 16. Hal ini terjadi, karena larutan minyak goreng yang hampir mencapai titik didihnya, memiliki massa jenis yang lebih ringan, sehingga terjadi aliran konveksi secara alami menuju tabung bagian atas. Selain itu, aliran konveksi juga dipengaruhi oleh putaran pengaduk.

Temperatur tinggi hanya terperangkap pada ruangan sempit di reaktor bawah, dimana lempeng bawah reaktor beserta selimutnya merupakan satu kesatuan. Ketika fluida (minyak goreng) meninggalkan wilayah bertemperatur tinggi, dengan segera minyak goreng tersebut bersentuhan dengan permukaan tabung reaktor atas yang memiliki temperatur lebih rendah yang berfungsi sebagai pendingin. Di antara tabung bagian bawah dan bagian atas terdapat pengaduk yang berfungsi sebagai turbulen agar proses pendinginan berjalan lebih efektif. Pada proses pendinginan fraksi dingin akan memperlambat gerakan molekul-molekul panas yang berasal dari minyak goreng pada tabung reaktor bagian bawah sehingga mengurangi temperatur pada daerah itu. Hal ini memungkinkan titik didih minyak goreng menjadi lebih tinggi dari pada titik didih normalnya.



**Gambar 16.** Skema Perangkat Suhu

Pada percobaan yang telah dilakukan, minyak mulai mendidih ketika temperatur reaktor bawah mencapai 248°C (saat kecepatan putaran 5 rpm) yang diindikasikan oleh kenaikan temperatur minyak goreng mulai berada pada titik jenuh. Hal ini menunjukkan titik didih minyak goreng lebih tinggi daripada titik didih normal yang hanya berkisar 180°C. Dengan demikian peristiwa ini menunjukkan mekanisme perangkat suhu dapat bekerja pada reaktor.

2. Pengaruh kecepatan putaran terhadap kenaikan temperatur minyak goreng  
Makin cepat putaran pengaduk mengakibatkan makin lambat kenaikan suhu. Hal ini disebabkan karena pada sistem pemanas dengan metode perangkat suhu, pada bagian atas ada reaktor pendingin. Apabila kecepatan putaran dipercepat, minyak goreng bagian bawah yang telah mencapai suhu tinggi akan lebih cepat naik ke atas, dengan kata lain waktu kontak minyak goreng pada reaktor bagian bawah lebih singkat. Sehingga bagian minyak goreng yang memiliki suhu yang tinggi (mendekati titik didih normalnya) tidak menjadi mendidih karena mengenai reaktor



pendingin di bagian atas yang akan seketika menjadi dingin kembali karena mengalami kesetimbangan termal dengan reaktor bagian atas. Proses pemanasan pun akan terus berlangsung pada reaktor bawah sehingga dicapai suhu yang tinggi. Dari data yang diperoleh, suhu maksimum dicapai pada saat kecepatan putaran pengaduk 5 rpm yaitu 300°C. Dengan gambaran data-data yang telah didapatkan, diharapkan reaksi depolimerisasi dapat terjadi pada reaktor yang telah dirancang dan dibuat tanpa adanya penambahan tekanan eksternal.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan dari hasil penelitian, didapatkan informasi bahwa: 1) terjadi perbedaan kenaikan suhu akibat dari perubahan kecepatan putaran pengaduk. Makin cepat putaran pengaduk, kenaikan suhu yang terjadi makin lambat, 2) metode perangkat suhu dapat bekerja pada reaktor pemanas, yang ditandai dengan meningkatnya titik didih minyak goreng dibandingkan dengan titik didih normalnya, 3) titik didih minyak goreng pada penelitian ini ditentukan oleh kenaikan temperatur saat mengalami titik jenuh (saturasi), dan 4) suhu maksimum minyak goreng yang dicapai pada penelitian ini adalah 300°C (dengan kecepatan putaran 5 rpm). Hal ini menandakan larutan minyak goreng dapat digunakan sebagai larutan tambahan dalam proses konversi beberapa jenis biomassa menjadi biofuel dengan metode pirolisis.

Beberapa saran terkait dengan penelitian ini di antaranya: 1) pada penelitian ini digunakan sumber pemanas dengan nyala api konstan, sehingga pada penelitian berikutnya perlu memvariasi nyala api untuk melihat pengaruhnya terhadap kenaikan titik didih suatu larutan, 2) Penelitian dapat dilanjutkan ke ranah konversi biomassa menjadi biofuel dengan metode pirolisis pada reaktor perangkat suhu, dengan menggunakan bahan soft biomass berupa alang-alang, jerami dan rumput kering.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Syamsiro, M dan H. Saptohadi. *Pembakaran Briket Biomassa Cangkang Kakao: Pengaruh Temperatur Udara Preheat*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Teknologi 2007, Yogyakarta. 24 November 2007.
- [2] Fatimah, I dan J. Nugraha. *Identifikasi Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Jati Menggunakan Principal Component Analysis*. Jurnal ILMU DASAR Vol. 6 No. 1, 2005: 41-47
- [3] Jenkins, B.M. *at all*. 1998. *Combustion properties of biomass*. USA.
- [4] Loo, S.V. and J. Koppejan. 2008. *The Hand Book of Biomass Combustion and Co-Firing*. Earth Scan. London.
- [5] Nurhuda, M. 2009. *Rancang Bangun Reaktor Depolimerisasi Biomassa Menjadi Minyak Bahan Bakar Kasar (Crude Biofuel) Dengan Menggunakan Metode Perangkat Suhu*. Laporan Penelitian, Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Brawijaya Malang.

- [6] Poerwanto, E. 2007. *Abstrak Perancangan Reaktor Dan Pengembangan Prosedur Operasi Pirolisis Serbuk Gergaji Untuk Menghasilkan Bio-Oil*. Central Library Institute Technology. Bandung.
- [7] Sembodo, B dan A. Jumari, *Dekomposisi Jerami Secara Termokimia Dalam Air Panas Bertekanan*. EKUILIBRIUM Vol. 7 No.1. Januari 2008: 1– 5.