

SKRIPSI

**PERFORMANSI SISTEM KONTROL TINGGI PERMUKAAN
CRUDE PALM OIL MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK
HC-SR04 PADA ALAT ADSORPSI**

***PERFORMANCE OF SURFACE HEIGHT CONTROLLED
SYSTEM FOR CRUDE PALM OIL USING ULTRASONIC
HC-SR04 SENSOR ON THE ADSORPTION DEVICE***



**Agung Rapsanjani
05021181520102**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

Performansi Sistem Kontrol Tinggi Permukaan Crude Palm Oil Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 pada Alat Adsorpsi

Performance of Surface Height Controlled System For Crude Palm Oil Using Ultrasonic HC-SR04 Sensor On The Adsorption Device


Agung Rapsanjani¹, Endo Argo Kuncoro², Rizky Tirta Adhiguna²
Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya,
Jl. Raya Palembang – Prabumulih Km. 32 Indralaya, Ogan Ilir
Telp. (0711) 580664 Fax. (0711) 480279

ABSTRACT

This research was aimed to test the performance of the ultrasonic HC-SR04 sensor based on the Arduino Uno microcontroller which used to measure the surface height of Crude Palm Oil in the absorption device. The research was conducted from October 2018 to July 2019 at PT Perkebunan Nusantara VII Unit Pabrik Kelapa Sawit Talang Sawit. The method used in the study was divided into several stages respectively were conducting system analysis, designing the control system, testing and observing the control system, and analysis of experimental results. The data observed in this study were CPO surface height, time, flow rate, electric power, sensor accuracy, sensor precision, CPO volume and speed of the mixing bar. The results showed that the CPO surface height control system worked well according to the program. The average height of CPO measured by the sensor during the operation of the electric motor was 6.17 cm, while average height during pump operation was 8.93 cm. The average value of sensor accuracy for electric motor operation was 84,13% and the average precision value was 91.44%. The average value of sensor accuracy for pump operation was 85.00% and the average precision value was 90.61%. The average need for electrical power needed by the absorption device to operate was 749.24 W.

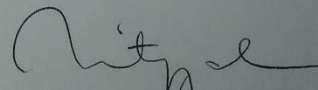
Keywords: Absorption, crude palm oil, control system.

Pembimbing I



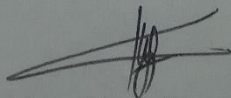
Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr.
NIP 196107051989031006

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Teknik Pertanian



Dr. Ir. Tri Tunggul, M. Agr.
NIP 196210291988031003

Pembimbing II



Dr. Rizky Tirta Adhiguna, S.TP., M.Si.
NIP 198201242014041001

Performansi Sistem Kontrol Tinggi Permukaan *Crude Palm Oil* Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 pada Alat Adsorpsi

Performance of Surface Height Controlled System For Crude Palm Oil Using Ultrasonic HC-SR04 Sensor On The Adsorption Device

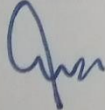
Agung Rapsanjani¹, Endo Argo Kuncoro², Rizky Tirta Adhiguna³
Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya,
Jl. Raya Palembang – Prabumulih Km. 32 Indralaya, Ogan Ilir
Telp. (0711) 580664 Fax. (0711) 480279

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja sensor ultrasonik HC-RS04 berbasis mikrokontroler Arduino Uno yang dapat digunakan untuk mengukur tinggi permukaan *Crude Palm Oil* pada alat adsorpsi. Penelitian telah dilaksanakan dari bulan Oktober 2018 sampai Juli 2019 di PT Perkebunan Nusantara VII Unit Pabrik Kelapa Sawit Talang Sawit. Metode yang digunakan dalam penelitian terbagi menjadi beberapa tahapan, yaitu melakukan analisis sistem, perancangan sitem kontrol, pengujian dan pengamatan terhadap sistem kontrol, serta analisis hasil percobaan. Data yang diamati dalam penelitian ini adalah ketinggian permukaan CPO, waktu, debit aliran, daya listrik, akurasi sensor, presisi sensor, volume CPO dan kecepatan bilah pengaduk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem kontrol tinggi permukaan CPO bekerja dengan baik sesuai dengan program yang dibuat. Rata-rata ketinggian CPO yang terukur oleh sensor saat operasional motor listrik adalah 6,17 cm, sedangkan saat operasional pompa menghasilkan ketinggian rata-rata sebesar 8,93 cm. Nilai rata-rata akurasi sensor untuk operasional motor listrik sebesar 84,13% dan rata-rata presisi sebesar 91,44%. Nilai rata-rata akurasi sensor untuk operasional pompa sebesar 85,00% dan rata-rata presisi sebesar 90,61%. Kebutuhan rata-rata daya listrik yang diperlukan alat adsorpsi untuk beroperasi adalah sebesar 749,24 W.

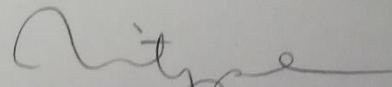
Kata kunci: Adsorpsi, *crude palm oil*, sistem kendali

Pembimbing I



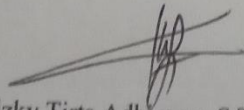
Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr.
NIP 196107051989031006

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Teknik Pertanian



Dr. Ir. Tri Tunggal, M. Agr.
NIP 196210291988031003

Pembimbing II



Dr. Rizky Tirta Adhiguna, S.TP, M.Si.
NIP 198201242014041001

SKRIPSI

PERFORMANSI SISTEM KONTROL TINGGI PERMUKAAN CRUDE PALM OIL MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 PADA ALAT ADSORPSI

PERFORMANCE OF SURFACE HEIGHT CONTROLLED SYSTEM FOR CRUDE PALM OIL USING ULTRASONIC HC-SR04 SENSOR ON THE ADSORPTION DEVICE

Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



Agung Rapsanjani
05021181520102

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERFORMANSI SISTEM KONTROL TINGGI PERMUKAAN
CRUDE PALM OIL MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK
HC-SR04 PADA ALAT ADSORPSI**

SKRIPSI

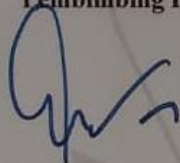
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:


Agung Rapsanjani
05021381520052

Indralaya, Agustus 2019
Pembimbing II

Pembimbing I



Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr.
NIP. 196107051989031006



Dr. Rizky Tirta Adhiguna, S.Tp, M.Si.
NIP. 198201242014041001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian



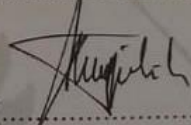



Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.
NIP 196012021986031003

Tanggal Diskusi: 17 Oktober 2018

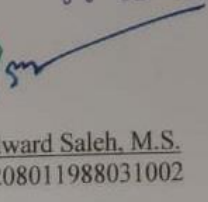
Skripsi dengan Judul "Performansi Sistem Kontrol Tinggi Permukaan *Crude Palm Oil* Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 pada Alat Adsorpsi" oleh Agung Rapsanjani telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 03 Agustus 2019 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

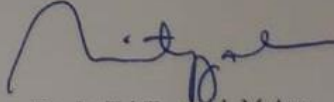
- | | | |
|--|------------|---|
| 1. Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr.
NIP 196107051989031006 | Ketua | 
(.....) |
| 2. Dr. Rizky Tirta Adhiguna, S.TP, M.Si.
NIP 198201242014041001 | Sekretaris | 
(.....) |
| 3. Farry Apriliano Haskari, S.TP, M.Si.
NIP 197604142003121001 | Anggota | 
(.....) |
| 4. Ir. Haisen Hower, M.P.
NIP 196612091994031003 | Anggota | 
(.....) |

Ketua Jurusan
Teknologi Pertanian



06 SEP 2019

Dr. Ir. Edward Saleh, M.S.
NIP 196208011988031002

Indralaya, Agustus 2019
Koordinator Program Studi
Teknik Pertanian



Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr.
NIP 196210291988031003

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agung Rapsanjani

NIM : 05021181520102

Judul : Performansi Sistem Kontrol Tinggi Permukaan *Crude Palm Oil*
Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 pada Alat Adsorpsi

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing I dan pembimbing II, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Agustus 2019



(Agung Rapsanjani)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan berkat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan benar. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana S1 pada Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Judul Skripsi ini adalah “Performansi Sistem Kontrol Tinggi Permukaan *Crude Palm Oil* Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 pada Alat Adsorpsi”.

Penulis mengucapkan terima kasih atas segala bantuan, bimbingan, saran, serta doa yang telah diberikan oleh bapak Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr. dan bapak Dr. Rizky Tirta Adhiguna, S.TP. M.Si. agar penulis mendapatkan hasil penelitian yang baik.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun terhadap kekurangan dalam penulisan skripsi ini dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Indralaya, Agustus 2019

Agung Rapsanjani

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. <i>Crude Pam Oil</i> (CPO).....	4
2.2. Karakteristik dan Mutu <i>Crude Pam Oil</i> (CPO)	5
2.3. Sistem Kendali	6
2.3.1. Sistem Kontrol Secara Manual	7
2.3.2. Sistem Kontrol Otomatis.....	7
2.4. Mikrokontroler	8
2.4.1. Pengertian Mikrokontroler	8
2.4.2. Jenis-jenis Mikrokontroler	9
2.5. Sensor.....	10
2.6. Sistem Adsorpsi	12
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat	14
3.2. Alat dan Bahan.....	14
3.3. Metode Penelitian.....	14
3.3.1. Analisis Sistem.....	14
3.3.1.1. Perancangan Diagram Sistem Kontrol	14
3.3.1.2. Sensor Ultrasonik	15
3.3.1.3. Analisis Debit Aliran.....	15
3.3.1.4. Analisis Kebutuhan Daya.....	16
3.3.1.5. Akurasi	16

	Halaman
3.3.1.6. Presisi	17
3.3.2. Pendekatan Rancangan Fungsional.....	17
3.3.3. Pendekatan Rancangan Struktural.....	18
3.4. Cara Kerja Penelitian	18
3.4.1. Persiapan Sistem Kontrol.....	19
3.4.2. Persiapan Konstruksi pada Alat Adsorpsi.....	19
3.4.3. Prosedur Pengukuran dan Pengujian.....	19
3.4.4. Pengamatan	20
3.4.4.1. Cara Kerja Pengamatan.....	20
3.4.4.2. Data yang diamati	21
3.5. Analisis Hasil Percobaan	21
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Rancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	22
4.1.1. Mikrokontroler Arduino Uno R3	22
4.1.2. Sensor Ultrasonik HC-SR04	22
4.1.3. <i>Relay</i> AC 220V	23
4.2. Rancangan Perangkat Lunak.....	23
4.3. Perakitan Sistem Kontrol dan Pengujian Alat Abdorpsi.....	24
4.4. Pengujian Sensor ULtrasonik HC-SR04 Terhadap Ketinggian Permukaan CPO	25
4.5. Waktu	26
4.6. Debit Aliran.....	28
4.7. Kebutuhan Daya Listrik	29
4.8. Pengujian Akurasi Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	30
4.9. Pengujian Presisi Sensor Ultrasonik HC-SR04	31
4.10. Volume <i>Crude Palm Oil</i>	32
4.11. Kecepatan Putar Bilah Pengaduk	33
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	34
5.2. Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	35

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Arduino Uno R3	8
Gambar 2.2. Sensor ultrasonik HC-SR04	11
Gambar 3.1. Diagram sistem kontrol	15
Gambar 4.1. Pengunduhan program Arduino IDE	24
Gambar 4.2. <i>Upload</i> program Arduino IDE	25
Gambar 4.3. Rangkaian alat kontrol ketinggian permukaan CPO	26

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Karakteristik dan Mutu <i>Crude Palm Oil</i>	5
Tabel 4.1. Ketinggian permukaan CPO saat operasional mesin listrik.....	27
Tabel 4.2. Ketinggian permukaan CPO saat operasional pompa.....	27
Tabel 4.3. Waktu operasional motor listrik dan pompa	28
Tabel 4.4. Hasil pengukuran debit aliran	28
Tabel 4.5. Perhitungan kebutuhan daya listrik.....	30
Tabel 4.6. Akurasi sensor ultrasonik HC-SR04 saat operasional motor listrik	30
Tabel 4.7. Akurasi sensor ultrasonik HC-SR04 saat operasional pompa ...	31
Tabel 4.8. Hasil pengukuran presisi saat operasional motor listrik	31
Tabel 4.9. Hasil pengukuran presisi saat operasional pompa	32
Tabel 4.10. Volume CPO	32
Tabel 4.11. Pengukuran kecepatan putar bilah pengaduk.....	33

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram alir penelitian	38
Lampiran 2. <i>Flowchart</i> sistem kontrol.....	39
Lampiran 3. Gambar Teknik alat adsorpsi dan sistem kontrol ketinggian CPO	40
Lampiran 4. Tampak depan alat adsorpsi dan sistem kontrol ketinggian CPO	41
Lampiran 5. Tabel ketinggian permukaan CPO untuk operasional motor listrik dan pompa.....	42
Lampiran 6. Tabel waktu operasional motor listrik dan pompa	43
Lampiran 7. Perhitungan debit aliran.....	44
Lampiran 8. Perhitungan kebutuhan daya listrik	45
Lampiran 9. Perhitungan akurasi sensor terhadap operasional motor listrik	46
Lampiran 10. Perhitungan akurasi sensor terhadap operasional pompa	47
Lampiran 11. Perhitungan presisi sensor terhadap operasional motor listrik	48
Lampiran 12. Perhitungan presisi sensor terhadap operasional pompa	49
Lampiran 13. Perhitungan volume CPO	50
Lampiran 14. Perhitungan kecepatan putar bilah pengaduk.....	51
Lampiran 15. Dokumentasi penelitian	52
Lampiran 16. Program sistem kontrol ketinggian.....	57

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Minyak sawit merupakan salah satu dari 17 jenis minyak dan lemak dunia dengan kontribusi mencapai 27,8% (Carter *et al.*, 2007). Indonesia sebagai penghasil minyak sawit terbesar dunia telah berkontribusi untuk mengisi kebutuhan minyak sawit dunia. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil *Crude Palm Oil* (CPO) terbesar pada tahun 2014, yakni 55,2 % dari total produksi CPO dunia, dan dalam kurun tahun 2010-2014 juga tercatat sebagai negara konsumen terbesar dunia yang mencapai 15,8 % (Bariyah *et al.*, 2017). *Crude Palm Oil* sangat penting dalam menopang perekonomian Indonesia sehingga sangat diperlukan dalam menjaga mutu, baik untuk kebutuhan domestik maupun internasional. *Crude Palm Oil* digunakan untuk bahan baku industri pangan sebesar 80-85% dan industri non pangan sebesar 15-20%. Pertumbuhan konsumsi minyak sawit dalam negeri adalah sekitar 5,5%/tahun.

Asam lemak bebas merupakan salah satu faktor penentu mutu minyak sawit dan indikator dalam kerusakan *Crude Palm Oil*. Kerusakan *Crude Palm Oil* disebabkan oleh hidrolisis dan oksidasi. Air dalam *Crude Palm Oil* dapat mempercepat kerusakan karena hidrolisis sehingga *Crude Palm Oil* diubah menjadi asam lemak bebas yang dapat menimbulkan ketengikan. Peningkatan asam lemak bebas selama penyimpanan di tangki setelah proses produksi dapat disebabkan oleh hidrolisis autokatalitik sehingga mempermudah pembetukan senyawa peroksida dan memberikan peluang terhadap timbulnya keracunan. Reaksi oksidasi selama penyimpanan di tangki yang disebabkan oleh peningkatan bilangan peroksida memberikan indikator awal terjadinya ketengikan pada *Crude Palm Oil* (Ketaren, 2008).

Penurunan asam lemak bebas pada minyak sawit dapat dilakukan melalui proses adsorpsi. Sistem Adsorpsi secara umum dapat dilakukan dengan 2 cara (Astuti *et al.*, 2006) yaitu cara *Batch* dan kolom. Cara *batch* ini adalah dengan menggunakan bejana yang dilengkapi oleh pengaduk. Adsorbat yang dianalisis diaduk bersama adsorben dengan kecepatan dan waktu tertentu kemudian proses

adsorpsi dibiarkan sampai mencapai kesetimbangan. Cara kolom adalah sistem adsorpsi dengan menggunakan silinder vertikal dan horizontal. Adsorbat yang dianalisis dialirkan secara kontinyu ke dalam kolom yang dilengkapi oleh adsorben. Pengaliran adsorbat bisa dilakukan dari atas ke bawah atau dari bawah ke atas dan sistemnya bisa paralel atau seri tergantung pada sifat adsorben dan adsorbat.

Perkembangan teknologi yang semakin meningkat dapat diterapkan dalam pengembangan alat yang dibutuhkan untuk memudahkan dalam proses adsorpsi. Penggabungan dari dua sistem adsorpsi menjadi satu sistem yang kompleks merupakan suatu inovasi baru dalam proses adsorpsi. Penerapan sistem adsorpsi dengan cara *batch* dan kolom secara bersamaan dapat meningkatkan hasil yang diperoleh terutama dari segi kualitas. Alat adsorpsi berbasis sistem kendali menggunakan mikrokontroler dapat menjadi alternatif dalam pencapaian hasil yang lebih optimal.

Pengendalian sistem adsorpsi secara otomatis dapat diterapkan dengan melakukan pengendalian pada tinggi permukaan *Crude Palm Oil*. Sistem kendali permukaan *Crude Palm Oil* secara otomatis mempertahankan tinggi permukaan *Crude Palm Oil* pada level tertentu yang sesuai dengan kapasitas penampungan *Crude Palm Oil*. Sistem ini pada dasarnya dapat diterapkan untuk berbagai kasus pengendalian tinggi muka cairan dengan membatasi tinggi permukaan pada kedalaman tertentu yang kemudian dilakukan pengendalian lebih lanjut terhadap kondisi tersebut. Data ketinggian permukaan CPO dapat menjadi acuan untuk kondisi operasional (*on/off*) dari motor listrik dan pompa.

Pengendalian sistem adsorpsi secara otomatis ini sangat mendukung dalam bidang teknologi pasca panen, karena sistem kendali otomatis saat ini sudah semakin berkembang pesat. Sistem otomatisasi adsorpsi ini dibuat untuk pengendalian perangkat elektronik dan perangkat mekanik dengan menggunakan mikrokontroler sehingga dapat menghemat tenaga operator dalam melakukan pengaturan terhadap sistem adsorpsi.

1.2. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji kinerja sensor ultrasonik HC-SR04 berbasis mikrokontroler Arduino Uno yang dapat digunakan untuk mengukur tinggi permukaan *Crude Palm Oil* pada alat adsorpsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhimantoro, S., 2014. Mengetahui Tingkat Kematangan Buah Dengan Ultrasonik Menggunakan Logika Fuzzy. *JNTETI ISSN 2301 – 4156*. Vol.3, No. 63.
- Adhitya, M., Vita, N., Hufidudin., dan Mas, S., 2015. Rancangan dan Realisasi Keran dan Pengisian Tangki Air Otomatis dengan Sensor Ultrasonik dan *Liquid Water Level* Menggunakan At-Mega 328. *Jurnal e-Proceeding of Engineering*. ISSN : 2355-9365. Vol. 2, No. 2 Page 2629.
- Astuti, W., Junaedi, A., Suryani. E., dan Ismail, R., 2006. Penurunan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Kelapa Sawit (Cpo) Menggunakan Zeolit Alam Lampung. *Prosiding Seminar Nasional “Iptek Solusi Kemandirian Bangsa”*, Yogyakarta, 2-3 Agustus. ISBN 9793688599
- Aziz, T., Shabrina, D., dan Pratiwi, R.N., 2016. Penurunan Kadar FFA dan Warna Minyak Jelantah Menggunakan Adsorben dari Biji Kurma dan Kulit Salak. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 22 No. 1 : pp 43-48
- Badan Standar Nasional. 2006. *Standar Nasional Indonesia Minyak Kelapa Sawit*. SNI 01-2901-2006. Jakarta.
- Bariyah, K., Andarwulan, N., dan Hariyadi, P., 2017. Pengurangan Kadar Digliserida dan Asam Lemak Bebas dalam Minyak Sawit Kasar Menggunakan Adsorben. *Jurnal Agritech Vol. 37 No. 1: pp 48-58*.
- Baroutian, S., Aroua, M.K., Raman, A.A.A., dan Sulaiman, N.M.N., 2010. Viscosities and Densities of Binary and Ternary Blends of Palm Oil + Palm Biodiesel + Diesel Fuel at Different Temperatures. *American Chemical Society*. 504-507.
- Basiron, Y., 2005. Palm Oil In Shahidi F (ed). *Bailey’s Industrial Oil and Fat Product*. Ed ke 6 Vol ke 5. Hoboken. John Wiley and Sons Inc.
- Cahyo, A. D., 2011. *Analisis Unjuk Kerja Pengontrolan Tinggi Muka Air Pada Sistem Irigasi Otomatis Menggunakan Perangkat Berbasis Mikrokontroler*. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Carter, C., Finley, W., Fry, J., Jackson, D., dan Willis, L., 2007. Palm Oil Markets and Future Supply. *Eur. J. Lipid Sci. Technology*, 307-314.
- Dewi, S.W. P. N., dan Singgih, L. M., 2015. Meningkatkan Akurasi dan Presisi Measurement System Analysis Dengan Pendekatan Process Oriented Basis Representation (Studi Kasus : PT. XYZ). *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXIII*. Program Studi MMT-ITS. Jurusan Teknik Industri. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya
- Faisal, M. R., 2018. *Sistem Monitoring Crude Palm Oil (CPO) Pada Tangki Vertical Dengan Sensor Ultrasonic Menggunakan Neural Network*. Repositori Institusi Universitas Sumatera Utara: Medan.

- Framita, R. M., 2017. *Penggunaan Mikrokontroler Tipe Arduino UnoR3 untuk Proses Pemutuan Udang Vanname (Litopenaeus vannamei) Berdasarkan Bobot. Skripsi.* Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya: Palembang.
- Haryanti, M., 2017. Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah menggunakan Relay. *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana.* Vol. 8 No. 3. ISSN: 2086-9479.
- Hasibuan, H. A., 2012. Kajian Mutu dan Karakteristik Minyak Sawit Indonesia Serta Produk Fraksinasinya. *Jurnal Standardisasi Vol. 14, No. 1 Tahun 2012.*
- Hengki., Lapanoro, B. P., dan Nurhasanah., 2017. Prototipe Sistem Telemetry Tinggi Muka Air dan Kontrol Pintu Air Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega328P dan ESP8266. *Prisma Fisika, Vol. V, No. 1 (2017), Hal. 37 – 40* ISSN: 2337-8204
- Kadir, A., 2013. *Dasar Pemograman Mikrokontroller Arduino.* ANDI: Yogyakarta
- Ketaren, S., 2008. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan.* Universitas Indonesia Press: Jakarta.
- Nugroho., dan Hunggul Y.S.H., 2015. Analisis Debit Aliran Das Mikro dan Potensi Pemanfaatannya. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea eISSN: 2407-7860 pISSN: 2302-299X Vol.4. Issue 1 (2015) 23-34 Accreditation Number: 561/Akred/P2MI-LIPI/09/2013.*
- Permana, A., Triyanto, D., dan Rismawan, T., 2015. Rancang Bangun Sistem Monitoring Volume dan Pengisian Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Avr Atmega8. *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan Volume 03, No. 2 (2015), hal. 76-87* ISSN : 2338-493X
- Putri, D.K., Muhdarina, dan Nurhayati. 2015. *Pemanfaatan Lempung Maredan sebagai Adsorben Peroksida dari Crude Pam Oil : Variasi Suhu dan Kecepatan Pengadukan.* Repository University of Riau: Riau.
- Riyanto. 2014. *Validasi dan Verifikasi Metode Uji Sesuai Dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi.* Deepublish. Yogyakarta.
- Rizki, M., dan Amri, R., 2016. Perancangan Kontrol dan Monitoring Level Ketinggian Air di Waduk Bagian Hulu Untuk Meningkatkan Efektifitas Kinerja PLTA Koto Panjang. *Jom FTEKNIK.* Volume 3 No. 1, Februari 2016.
- Siswoyo, B., 2007. *Pengantar Tentang Sistem Kontrol.* Universitas Brawijaya: Malang.
- Suaib. 2011. Analisis Varian Bagi Pengukuran Berulang. *Jurnal Agroteknos. 1(2): 107-113.*
- Tambun, R., 2006. *Teknologi Oleokimia.* USU-Press: Medan.

- Widianingrum., Purwanto, Y.A., dan Mardjan, S., 2018. Desain Sistem Kontrol dan Monitoring Kondisi Udara pada Controlled Atmosphere Storage Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Keteknikaan Pertanian, Vol. 6 No. 1, p 75-82.* P-ISSN 2407-0475 E-ISSN 2338-8439.
- Wulandari, N., Muchtadi, T R., Budijanto, S., dan Sugiyono., 2011. Sifat Fisik Minyak Sawit Kasar dan Korelasinya dengan Atribut Mutu. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, Vol. XXII NO. 2 TH. 2011.*
- Yudianto, E., 2011. *Perangkat RPP SMK: Daya dan Energi Listrik.* Pusat Sains dan Matematika Sekolah: Universitas Surabaya.