

**PEMBUATAN ALAT UKUR DAN INDIKATOR LEVEL DAN  
VOLUME LIMBAH DI KOLAM AKHIR (*FINAL EFFLUENT*)  
BERBASIS MIKROKONTROLER DI PMKS BAHAL –  
SUMATERA UTARA**

**TUGAS AKHIR**

**MUHAMMAD NIHMAL SIREGAR**

**011.21.061**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN SAWIT  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG  
BEKASI  
JULI 2024**

**PEMBUATAN ALAT UKUR DAN INDIKATOR LEVEL DAN  
VOLUME LIMBAH DI KOLAM AKHIR (*FINAL EFFLUENT*)  
BERBASIS MIKROKONTROLER DI PMKS BAHAL –  
SUMATERA UTARA**

**TUGAS AKHIR**

**Muhammad Nihmal Siregar**

**011.21.061**

Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya Pada  
Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN SAWIT  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG  
BEKASI  
JULI 2024**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar**

**Nama : Muhammad Nihmal Siregar**

**NIM : 011.21.061**

**Tanda Tangan :** 

**Tanggal : 17 Juli 2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PEMBUATAN ALAT UKUR DAN INDIKATOR LEVEL DAN  
VOLUME LIMBAH DI KOLAM AKHIR (*FINAL EFFLUENT*)  
BERBASIS MIKROKONTROLER DI PMKS BAHAL –  
SUMATERA UTARA**

**TUGAS AKHIR**

**Muhammad Nihmal Siregar**

**011.21.061**

Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya  
Pada Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit

Menyetujui,

Bekasi, 17 Juli 2024

Pembimbing

Deni Rachmat, S.T., M.T.

NIDN. 0416126806

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan  
Sawit

Deni Rachmat, S.T., M.T.

NIDN. 0416126806

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan hanya kepada Allah SWT karena telah memberikan kesehatan secara jasmani dan rohani kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul " Pembuatan Alat Indikator Level dan Volume Limbah Di Kolam Akhir (*Final effluent*) Berbasis Mikrokontroler di PT. Sumber Tani Agung *Resources Tbk (STA Resources)* Pabrik Minyak Kelapa Sawit Bahal (PMKS Bahal)".

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat wajib yang harus dipenuhi oleh penulis untuk menyelesaikan pendidikan perkuliahan Diploma 3 Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit Institut Teknologi Sains Bandung.

Pada kesempatan ini dengan penuh kerendahan hati penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Muhammad Rojab Siregar dan Ibu Nur Hayani Daulay selaku kedua orang tua saya yang telah mencurahkan kasih sayang, motivasi dan do'a yang tiada henti serta dukungan baik moral maupun material kepada penulis hingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan perguruan tinggi.
2. Saudara-saudara saya yang telah memberikan dukungan, semangat serta do'a kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Prof. Dr. Ir. Carmadi Machbub selaku Rektor Institut Teknologi Sains Bandung.
4. Dr. Asep Yunta Darma, S.T., M.T. sebagai Dekan Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sains Bandung.
5. Bapak Deni Rachmat, S.T., M.T. sebagai Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit Institut Teknologi Sains Bandung. Dan juga selaku dosen pembimbing yang telah mengarahkan dan meluangkan banyak waktu untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

6. Segenap Dosen Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit yang telah memberikan banyak ilmu dan motivasi kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Badan Pengelolaan Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS) Indonesia yang telah memberikan program beasiswa D3 Teknologi Pengolahan Sawit di ITSB kepada Penulis.
8. Bapak Sufian Sipayung sebagai *Mill Manager* PMKS Bahal.
9. Bapak Sandi Wafriski sebagai Pembimbing Lapangan Magang Industri.
10. Bapak Syafi'i beserta Bapak Sandi Wafriski selaku Asisten Proses PMKS Bahal.
11. Bapak M. Rizki Fajar selaku Asisten Elektrik dan Asisten *Maintenance* PMKS Bahal.
12. Bapak Edi Wirianto beserta Bapak Juli P. Sihaloho selaku Asisten Laboratorium PMKS Bahal.
13. Seluruh karyawan PMKS Bahal yang telah memberikan bantuan dan kesempatan belajar.
14. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan magang yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Bekasi, 17 Juli 2024

Penulis,



Muhammad Nihmal Siregar

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Institut Teknologi Sains Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Nihmal Siregar  
NIM : 011.21.061  
Program Studi : Teknologi Pengolahan Sawit  
Fakultas : Vokasi  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul

“Pembuatan Alat Ukur Dan Indikator Level dan Volume Limbah di Kolam Akhir (*Final effluent*) di PMKS Bahal - Sumatera Utara

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif im Institut Teknologi Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bekasi  
Tanggal : 17 Juli 2024  
Yang Menyatakan :



(Muhammad Nihmal Siregar)

## DAFTAR IS

<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1 Pabrik Minyak Kelapa Sawit Bahal (PMKS Bahal).....	5
2.2 Pabrik Kelapa Sawit .....	5
2.2.1 Stasiun Penerimaan ( <i>Reception Station</i> ).....	7
2.2.2 Stasiun Perebusan ( <i>sterilization</i> ) .....	7
2.2.3 Stasiun Pemipilan ( <i>Threshing</i> ).....	8
2.2.4 Stasiun Pelumatan dan Ekstraksi ( <i>digestion &amp; press</i> ) .....	9
2.2.5 Stasiun Klarifikasi ( <i>Clarification</i> ) .....	9
2.2.6 Bak <i>Final effluent</i> .....	10
2.3 Analisis Akar Masalah ( <i>Root Cause Analysis/RCA</i> ) .....	11
2.4 Limbah Kelapa Sawit .....	13
2.4.1 Sistem Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit (LCPKS).....	14
2.5 Instalasi Pengolahan Air Limbah PMKS Bahal .....	15



2.6 Definisi <i>Monitoring</i> .....	17
2.7 Pengukuran dan Instrumentasi .....	17
2.7.1 Struktur Sistem Pengukuran .....	18
2.8 Gelombang Ultrasonik .....	23
2.9 Mikrokontroler .....	23
2.10 Kode Program.....	24
2.10.1 Struktur .....	24
2.10.2 <i>Setup</i> ( ).....	25
2.10.3 <i>Loop</i> ( ) .....	25
2.10.4 <i>Block Fungsi</i> .....	25
2.10.5 <i>Curly Braces</i> { } .....	25
2.10.6 <i>Data Type</i> .....	26
2.11 Perancangan.....	27
2.12 Keserumpunan Penelitian .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	30
3.1.1 Waktu Penelitian.....	30
3.1.2 Tempat Penelitian .....	30
3.2 Objek Penelitian .....	30
3.3 Jenis Data .....	30
3.4 Sumber Data .....	30
3.4.1 <i>Data Primer</i> .....	30
3.4.2 <i>Data Sekunder</i> .....	31
3.5 Metode Pengumpulan Data .....	31
3.6 Prosedur Penelitian .....	31
3.7 Metode Pembuatan Alat .....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>
4.1 Identifikasi Akar Penyebab Masalah.....	35
4.2 Langkah – Langkah Pembuatan Alat .....	37
4.3 Diagram Blok Sistem .....	37
4.3.1 Metode Pembuatan Alat.....	38
4.4 Perancangan Sistem <i>Monitoring</i> Level Kolam Limbah Akhir.....	44

4.4.1 Perancangan Indikator .....	44
4.5 Kode Program.....	47
4.6 Pembuatan Sistem <i>Monitoring</i> Level Kolam Limbah Akhir .....	48
4.6.1 Pembuatan Rangkaian Monitor Pada Papan Kontrol .....	48
4.6.2 Pembuatan Kotak Panel.....	50
4.6.3 Pembuatan Dudukan .....	53
4.6.4 Pengunggahan Kode Program .....	55
4.7 Hasil Perancangan dan Pembuatan Sistem.....	56
4.7.1 Sensor.....	57
4.7.2 Mikrokontroler.....	57
4.7.3 Display dan Indikator.....	58
4.8 Performa Sistem pengukuran Level dan Volume Kolam Limbah Berbasis Mikrokontroler .....	59
4.8.1 Performa Sistem Pengukuran.....	59
4.8.2 Performa Sistem Indikator .....	59
4.8.3 Penentuan Posisi Alat .....	60
4.9 Petunjuk Penggunaan Alat Ukur Level dan Volume Kolam Limbah .....	60
4.10 Ketelitian Alat Ukur .....	61
4.11 Hasil Kuesioner .....	65
4.12 Kebutuhan Alat.....	70
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>71</b>
5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran .....	71
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>72</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>73</b>
1. Kode Program .....	73
2. Kuesioner 1 .....	76
3. Kuesioner 2 .....	77
4. Kuesioner 3 .....	78
5. Kuesioner 4 .....	79
6. Kuesioner 5 .....	80
7. Kuesioner 6 .....	81

8. Kuesioner 7 .....	82
----------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alur Proses Pabrik Kelapa Sawit [2].....	6
Gambar 2. 2 Gambar 1. Diagram <i>Ishikawa</i> [6] .....	12
Gambar 2. 3 Alur Proses IPAL .....	16
Gambar 2. 4 <i>Lay Out</i> Instalasi Pengolahan Air Limbah PMKS Bahal .....	17
Gambar 2 5 Tujuan Sistem Pengolahan[9] .....	18
Gambar 2. 6 Diagram Blok Struktur Sistem Pengukuran [9] .....	19
Gambar 2.7 Prinsip Pengukuran Jarak Sensor HC SR04.....	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Perancangan.....	32
Gambar 4.1 Diagram <i>Ishikawa</i> dalam analisis akar penyebab[6] .....	36
Gambar 4.2 Diagram Blok Sistem .....	37
Gambar 4.3 Sensor <i>Ultrasonik</i> HC-SR04 .....	38
Gambar 4.4 Arduino Uno.....	40
Gambar 4.5 LCD <i>Keypad</i> Shiel .....	41
Gambar 4.6 Lampu LED.....	42
Gambar 4.7 <i>Power Supply</i> (Nubli, 2017).....	43
Gambar 4.8 Desain Rangkaian Elektronika Sistem Monitoring Level .....	44
Gambar 4.9 Desain Titik Instalasi.....	46
Gambar 4.10 Triplek Papan Kontrol.....	49
Gambar 4.11 Pembutan Lubang Baut Pada Triplek.....	49
Gambar 4.12 Penggabungan Rangkaian Pada Terminl <i>Block</i> .....	50
Gambar 4.13 Desain Kotak Panel .....	51
Gambar 4.14 Proses Pemotongan Plat .....	52
Gambar 4.15 Proses Pelurusan dan Perataan Plat .....	52
Gambar 4.16 Proses Pemotongan Plat Dengan Ukuran Yang Telah di Tentukan.53	
Gambar 4.17 Proses Pengelasan Kotak Panel.....	53
Gambar 4.18 Desain Dudukan Kotak Panel .....	54
Gambar 4.19 Desain Dudukan Sensor HC-SR04 .....	54
Gambar 4.20 Proses Pengelasan Dudukan.....	55
Gambar 4. 21 Hasil Akhir Rancangan Dan Instalasi Indikator Level Dan Volume Kolam Limbah Akhir .....	56
Gambar 4.22 Posisi Dudukan Dan Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....	57

Gambar 4.23 Mikrokontroler Arduino Uno R3 Pada Panel Kontrol .....	58
Gambar 4. 24 Pembacaan Level Dan Volume Kolam .....	58
Gambar 4.26 Data Pengujian Alat Ukur Level Kolam Limbah.....	63
Gambar 4.27 Data Pengujian Error Alat Ukur Level Kolam Limbah .....	64
Gambar 4. 28 <i>Presentase</i> Nomor 1 .....	66
Gambar 4. 29 <i>Presentase</i> Nomor 2 .....	67
Gambar 4. 30 <i>Presentase</i> Nomor 3 .....	68
Gambar 4.31 <i>Presentase</i> Nomor 4.....	68
Gambar 4.32 <i>Presentase</i> Nomor 5 .....	69
Gambar 4.33 <i>Presentase</i> Nomor 6.....	70

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Siklus Perebusan .....	8
Tabel 2.2 Keserumpunan Penelitian .....	28
Table 4.1 Modul Sensor <i>Ultrasonik</i> HC-SR04 .....	39
Table 4.2 Spesifikasi Mikrokontroler Arduino Uno .....	39
Table 4.3 Modul LCD <i>Keypad</i> Shiel.....	41
Table 4.4 Peralatan Dalam Pembuatan Alat Indikator Level.....	45
Table 4.5 Bahan Dalam Pembuatan Alat Indikator Level. ....	45
Table 4.6 Perbandingan Pengukuran Level Kolam Limbah Secara Otomatis Dan Manual.....	51
Table 4.7 Kebutuhan Biaya Pembuatan Alat Indikator Level .....	70