

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISA KINERJA MICROWAVE BEAM DETECTOR (MBD) UNTUK PENDETEKSI PENYUMBATAN PADA CHUTE CONVEYOR DI PLTU TANJUNG JATI B UNIT 1&2

LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT
MEMPEROLEH GELAR S1 PADA PRODI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG



OLEH:

HASBI WICAKSONO PUTRA

30602100039

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
AGUSTUS 2025**

FINAL PROJECT

***PERFORMANCE ANALYSIS OF MICROWAVE BEAM
DETECTOR (MBD) FOR DETECTING BLOCKAGES IN CHUTE
CONVEYORS IN PLTU TANJUNG JATI B UNIT 1&2***

*PROPOSED TO COMPLETE THE REQUIREMENT TO OBTAIN
A BACHELOR'S DEGREE (SI) AT DEPARTEMENT OF ELECTRICAL
ENGINEERING, FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY,
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG*



ARRANGED BY:

HASBI WICAKSONO PUTRA

30602100039

**DEPARTEMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
AGUSTUS 2025**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**ANALISA KINERJA MICROWAVE BEAM DETECTOR (MBD) UNTUK PENDETEKSI PENYUMBATAN PADA CHUTE CONVEYOR DI PLTU TANJUNG JATI B UNIT 1&2**” ini disusun oleh:

Nama : Hasbi Wicaksono Putra
NIM : 30602100039
Program Studi : Teknik Elektro Kendali

Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Hari : Jumat
Tanggal : 15 Agustus 2025

Pembimbing

15-8-25

Ir. Suryani Ajifah, MT., Ph.D.
NIDN. 210601024

Mengetahui,

Ka. Program Studi Teknik Elektro


Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T.
NIDN. 210615047

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISA KINERJA MICROWAVE BEAM DETECTOR (MBD) UNTUK PENDETEKSI PENYUMBATAN PADA CHUTE CONVEYOR DI PLTU TANJUNG JATI B UNIT 1&2” ini telah dipertahankan didepan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari : Jumat
Tanggal : 25 Juli 2025

Tim Penguji

Tanda Tangan

Dr. Ir. Agus Adhi, MT. IPM
NIDN. 0628086501
(Ketua Penguji)



15-8-2025

Ir. Budi Pramono Jati, MM., MT.
NIDN. 0623126501
(Penguji I)



12-8-2025

Ir. Suryani Alifah, MT., Ph.D.
NIDN. 210601024
(Penguji II)



15/08/2025

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hasbi Wicaksono Putra

NIM : 30602100039

Judul Tugas Akhir : ANALISA KINERJA MICROWAVE BEAM DETECTOR
(MBD) UNTUK PENDETEKSI PENYUMBATAN PADA
CHUTE CONVEYOR DI PLTU TANJUNG JATI B UNIT
1&2

Dengan bahwa ini saya menyatakan bahwa judul dan isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Elektro tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa judul Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Karawang, 18 Juli 2025

Yang Menyatakan



Hasbi Wicaksono Putra

NIM. 30602100039

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hasbi Wicaksono Putra

NIM : 30602100039

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini saya menyerahkan karya ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul **“ANALISA KINERJA MICROWAVE BEAM DETECTOR (MBD) UNTUK PENDETEKSI PENYUMBATAN PADA CHUTE CONVEYOR DI PLTU TANJUNG JATI B UNIT 1&2”** dan menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan hak bebas royalti non-eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan, dikelola dalam pangkalan data dan publikasinya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/ Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung

Karawang, 18 Juli 2025

Yang Menyatakan



Hasbi Wicaksono Putra

NIM. 30602100039

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur tak henti penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya karena atas izin-Nya lah peneliti dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“ANALISA KINERJA MICROWAVE BEAM DETECTOR (MBD) UNTUK PENDETEKSI PENYUMBATAN PADA CHUTE CONVEYOR DI PLTU TANJUNG JATI B UNIT 1&2”**. Penyusunan skripsi ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, karena didalamnya masih terdapat kekurangan-kekurangan. Hal ini dikarenakan keterbatasan yang dimiliki oleh penulis baik dalam segi kemampuan, pengetahuan serta pengalaman penulis. Oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun agar dalam penyusunan karya tulis selanjutnya dapat menjadi lebih baik.

Proses penulisan skripsi ini banyak mengalami kendala, namun berkat bantuan, bimbingan, kerjasama dari berbagai pihak baik moril maupun materil, terutama kepada Ir. Suryani Alifah, MT., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing, yang dengan sabar, dan ikhlas meluangkan waktu, tenaga dan pikiran serta memberikan bimbingan, motivasi, arahan, dan saran-saran yang sangat berharga kepada penulis selama menyusun skripsi ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini, diantaranya yaitu kepada :

1. Orang tua, adik, istri dan anak yang tak henti-hentinya memberikan doa dan dukungan serta kasih sayang yang tulus sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Prof. Dr. H. Gunarto, S.H., M.Hum selaku Rektor Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

3. Dr. Ir. Novi Marlyana, ST., MT., IPU., ASEAN Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
5. Dr. Bustanul Arifin, ST., MT Selaku Dosen Wali Teknik Elektro angkatan 2021 yang telah banyak membantu penulis selama perkuliahan.
6. Ir. Suryani Alifah, MT., Ph.D. Selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan kepada penulis.
7. Seluruh Staff dosen Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah memberikan ilmu yang tak ternilai harganya, masukan, pemikiran dan tenaga selama proses pembelajaran yang dapat menambah wawasan bagi penulis.
8. Teman – teman kelas sore angkatan 2021, penulis mengucapkan terima kasih atas dukungannya.
9. Pak Arif Setiawan dan Pak Teguh Setiono selaku mentor pada PT. TJB Power Services yang memberikan pelajaran dan bantuan dalam penyusunan skripsi ini.
10. Teman-teman Kelas Sore Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak bisa disebutkan satu-persatu terimakasih atas do'a serta dukungan yang sangat berharga bagi penulis. Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semuanya yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Karawang, 16 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	III
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	IV
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	V
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH.....	VI
KATA PENGANTAR	VII
DAFTAR ISI.....	IX
DAFTAR TABEL.....	XIII
DAFTAR GAMBAR.....	XIV
DAFTAR LAMPIRAN.....	XVII
ABSTRAK.....	XX
ABSTRACT.....	XXI
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Pembatasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.5.1. Manfaat bagi penulis	5
1.5.2. Manfaat bagi Perusahaan.....	6
1.6. Sistematika Penulisan	6
1.6.1. Bagian Awal Skripsi.....	6
1.6.2. Bagian Utama Skripsi.....	7
BAB II.....	9
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	9
2.1. Tinjauan Pustaka.....	9
2.2. Landasan Teori.....	12
2.2.1. Profil Perusahaan.....	12
2.2.2. Sistem Transfer Batubara	14
2.2.2.1. Tambang Batubara	14
2.2.2.2. Kapal Kargo	15
2.2.2.3. Ship Unloader.....	16
2.2.2.4. Conveyor 1A & 1B	17
2.2.2.5. Conveyor 2A & 2B	18

2.2.2.6.	Conveyor 3	19
2.2.2.7.	Conveyor 4B	20
2.2.2.8.	Conveyor 4A	22
2.2.2.9.	Conveyor 5A	23
2.2.2.10.	Conveyor 5B	24
2.2.2.11.	Conveyor 8A & 8B / <i>Belt Feeder</i>	25
2.2.2.12.	<i>Crusher A&B</i>	26
2.2.2.13.	<i>Vibrating Screen A&B</i>	26
2.2.2.14.	Conveyor 6A & 6B	27
2.2.2.15.	Conveyor 7A & 7B	28
2.2.2.16.	<i>Coal Bungker</i>	30
2.2.3.	Coal Handling System & Proteksi Conveyor	31
2.2.3.1.	Belt Misalignment Switch	32
2.2.3.2.	Pullcord Switch	33
2.2.3.3.	Underspeed Switch/ Speed Sensor	34
2.3.	Chute	35
2.3.1.	Chute Kondisi batu bara basah	35
2.3.2.	Chute Kondisi Ukuran batu bara yang besar	35
2.4.	Proteksi Pada <i>Chute</i>	35
2.4.1.	Tilt Switch Sensor	36
2.4.2.	<i>Vibration Switch Sensor</i>	37
2.4.3.	Microwave Beam Detector (MBD) Sensor	38
2.5.	Gelombang & MBD	39
2.5.1.	Dasar Gelombang	39
2.5.1.1.	Gelombang Mekanik	40
2.5.1.2.	Gelombang Elektromagnetik	40
2.5.2.	Gelombang Berdasarkan Arah Rambat	40
2.5.2.1.	Gelombang Transversal	40
2.5.2.3.	Gelombang Longitudinal	42
2.5.3.	Prinsip Microwave	42
2.5.4.	Prinsip Kerja MBD	43
BAB III		45
METODE PENELITIAN/ PERANCANGAN		45
3.1.	Alur dan Tahapan Penelitian	45
3.1.1.	Alur Penelitian	45
3.1.2.	Alur Kerja Alat	46

3.1.3.	Tahapan Penelitian	46
3.2.	Lokasi dan Obyek Penelitian	47
3.2.1.	Lokasi Penelitian	47
3.2.2.	Objek Penelitian	47
3.3.	Metode Pengumpulan Data.....	48
3.3.1.	Studi Dokumentasi	48
3.3.1.1.	Desain Sistem proteksi pada <i>Coal Handling System</i>	48
3.3.1.2.	Data <i>Maintenance</i>	50
3.3.2.	Observasi Lapangan	54
3.3.2.1.	Alat dan Bahan.....	54
3.3.2.2.	Data Komponen MBD	54
3.3.2.2.1.	Spesifikasi <i>Sender</i>	55
3.3.2.2.2.	Spesifikasi <i>Receiver</i>	56
3.3.2.2.3.	Spesifikasi Unit Kontrol	57
3.3.2.3.	Pemasangan MBD pada Chute.....	58
3.3.2.3.1.	Pemasangan MBD pada Chute Conveyor 8A.....	60
3.3.2.3.2.	Pemasangan MBD pada Chute Conveyor 8B.....	62
3.3.2.3.3.	Pemasangan MBD pada Chute Conveyor 6A.....	64
3.3.2.3.4.	Pemasangan MBD pada Chute Conveyor 6B.....	66
3.3.2.3.5.	Pemasangan MBD pada Chute Tripper 7A.....	68
3.3.2.4.	Instalasi Pada sensor MBD	70
3.3.2.4.1.	Instalasi <i>Sender</i>	70
3.3.2.4.2.	Instalasi <i>Receiver</i>	71
3.3.2.4.3.	Insalasi Unit Kontrol.....	72
3.4.	Metode Analisis	75
3.4.1.	Metode Analisa Data	75
3.4.2.	Metode Pengukuran.....	76
3.4.2.1.	Mengukur tegangan masukan.....	76
3.4.2.2.	Mengukur tegangan <i>Sender</i>	77
3.4.2.3.	Mengukur tegangan <i>Receiver</i>	78
BAB IV		79
HASIL DAN PEMBAHASAN		79
4.1.	Hasil Pengamatan.....	79
4.1.1.	Studi Kasus Sensor Chute <i>Plug</i> pada Conveyor.....	80
4.2.	Hasil Pengukuran.....	84
4.2.1.	Kondisi Chute normal / tidak penuh.....	84

4.2.2. Kondisi Chute penuh	86
4.2.3. Kondisi pengosongan Chute & material menempel di dinding Chute	89
4.2.4. Kondisi <i>Fail-safe</i>	90
4.3. Analisa	91
BAB V	95
PENUTUP	95
5.1. Kesimpulan	95
5.2. Saran	96
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN.....	99



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Pengaturan Sensor <i>Microwave Beam Detector</i>	74
Tabel 4. 1. Hasil Pengamatan Sensor MBD.....	79
Tabel 4. 2. Studi Kasus Chute Plug Conveyor.....	80
Tabel 4. 3. Analisa Kinerja <i>Microwave Beam Detector</i>	91

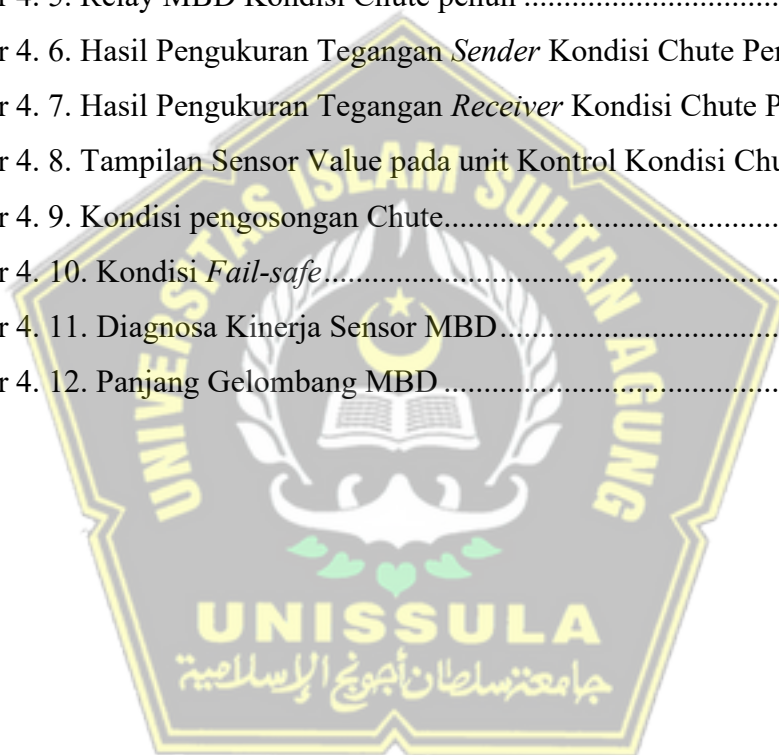


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Siklus Produksi pada PLTU	2
Gambar 2. 1. Proses Pengerukan di tambang Batubara	14
Gambar 2. 2. Kapal Kargo dengan Palka	15
Gambar 2. 3. <i>Ship Unloader</i> di PLTU Tanjung Jati B	16
Gambar 2. 4. <i>Drawing Conveyor</i> 1A&B di PLTU Tanjung Jati B	17
Gambar 2. 5. <i>Drawing Conveyor</i> 2A&B PLTU Tanjung Jati B unit 1 & 2	18
Gambar 2. 6. <i>Drawing Conveyor</i> 3 PLTU Tanjung Jati B unit 1 & 2	19
Gambar 2. 7. <i>Drawing Conveyor</i> 4B PLTU Tanjung Jati B unit 1 & 2	20
Gambar 2. 8 <i>Stacker & Reclaimer</i> PLTU Tanjung Jati B	21
Gambar 2. 9. <i>Drawing Conveyor</i> 4A PLTU Tanjung Jati B unit 1 & 2	22
Gambar 2. 10. <i>Drawing Conveyor</i> 5A PLTU Tanjung Jati B unit 1 & 2	23
Gambar 2. 11. <i>Drawing Conveyor</i> 5B PLTU Tanjung Jati B unit 1 & 2	24
Gambar 2. 12. <i>Drawing Conveyor</i> 8A & 8B PLTU Tanjung Jati B unit 1 & 2 ...	25
Gambar 2. 13. <i>Crusher</i>	26
Gambar 2. 14. <i>Vibrating Screen</i>	26
Gambar 2. 15. <i>Drawing Conveyor</i> 6A & 6B PLTU Tanjung Jati B unit 1 & 2 ...	27
Gambar 2. 16. <i>Drawing Conveyor</i> 7A & 7B PLTU Tanjung Jati B unit 1 & 2 ...	28
Gambar 2. 17. <i>Tripper Car</i> PLTU Tanjung Jati B unit 1 & 2	29
Gambar 2. 18. <i>Coal Bunker</i> PLTU Tanjung Jati B unit 1 & 2	30
Gambar 2. 19. <i>Belt Misalignment Switch</i>	32
Gambar 2. 20. <i>Pullcord Switch</i>	33
Gambar 2. 21. <i>Underspeed Switch/ Speed Sensor</i>	34
Gambar 2. 22. <i>Chute Switch</i>	36
Gambar 2. 23. <i>Vibration Switch</i>	37
Gambar 2. 24. <i>Microwave Beam Detector</i>	38
Gambar 2. 25. Gelombang Transfersal	41
Gambar 2. 26. Gelombang Longitudinal	42

Gambar 2. 27. Frekuensi <i>Microwave Beam Detector</i>	43
Gambar 2. 28. Pancaran Gelombang <i>Sender & Receiver</i>	44
Gambar 3. 1. Alur Penelitian.....	45
Gambar 3. 2. Alur Cara Kerja Alat	46
Gambar 3. 3. <i>Manual Book Gladiator Hawk</i>	48
Gambar 3. 4. Coal Handling System <i>Control & Wiring Diagram</i>	49
Gambar 3. 5. Contoh Laporan Harian <i>Maintenance</i>	50
Gambar 3. 6. <i>Form Work Order</i>	51
Gambar 3. 7. <i>Form PTW (Permit To Work)</i>	52
Gambar 3. 8. <i>Form JSA</i>	53
Gambar 3. 9 <i>Sender</i> yang terpasang pada setiap Conveyor	55
Gambar 3. 10. <i>Receiver</i> yang terpasang pada setiap Conveyor	56
Gambar 3. 11. Unit kontrol yang terpasang pada setiap Conveyor	57
Gambar 3. 12. Instalasi MBD	58
Gambar 3. 13. Pemasangan <i>Sender & Receiver</i> yang segaris pada <i>Chute</i>	59
Gambar 3. 14. Proses Pemasangan MBD Conveyor 8A.....	60
Gambar 3.15. <i>Wiring Diagram</i> PLC Conveyor 8A	61
Gambar 3. 16. Proses Pemasangan MBD Conveyor 8B.....	62
Gambar 3. 17. <i>Wiring Diagram</i> PLC Conveyor 8B	63
Gambar 3. 18. Pemasangan MBD Conveyor 6A	64
Gambar 3. 19. <i>Wiring Diagram</i> PLC Conveyor 6A	65
Gambar 3. 20. Proses Pemasangan MBD Conveyor 6B.....	66
Gambar 3. 21. <i>Wiring Diagram</i> PLC Conveyor 6B	67
Gambar 3. 22. Proses Pemasangan MBD Tripper 7A	68
Gambar 3. 23. <i>Wiring Diagram</i> PLC Tripper 7A	69
Gambar 3. 24. Instalasi & <i>Wiring Diagram</i> pada <i>Sender</i>	70
Gambar 3. 25. Instalasi & <i>Wiring Diagram</i> pada <i>Receiver</i>	71
Gambar 3. 26. Instalasi & <i>Wiring Diagram</i> pada Unit Kontrol.....	72
Gambar 3. 27. Mengukur tegangan masukan.....	76

Gambar 3. 28. Mengukur tegangan <i>Sender</i>	77
Gambar 3. 29. Mengukur tegangan <i>Receiver</i>	78
Gambar 4. 1 Relay MBD Kondisi Chute tidak penuh	84
Gambar 4. 2. Hasil Pengukuran Tegangan <i>Sender</i> Kondisi Chute Normal	85
Gambar 4. 3. Hasil Pengukuran Tegangan <i>Receiver</i> Kondisi Chute Normal	85
Gambar 4. 4. Tampilan Sensor Value pada unit Kontrol Kondisi Chute Normal	86
Gambar 4. 5. Relay MBD Kondisi Chute penuh	87
Gambar 4. 6. Hasil Pengukuran Tegangan <i>Sender</i> Kondisi Chute Penuh	87
Gambar 4. 7. Hasil Pengukuran Tegangan <i>Receiver</i> Kondisi Chute Penuh	88
Gambar 4. 8. Tampilan Sensor Value pada unit Kontrol Kondisi Chute Penuh...	88
Gambar 4. 9. Kondisi pengosongan Chute.....	89
Gambar 4. 10. Kondisi <i>Fail-safe</i>	90
Gambar 4. 11. Diagnosa Kinerja Sensor MBD.....	93
Gambar 4. 12. Panjang Gelombang MBD	94



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gain pada Unit Control Kondisi Normal (atas) dan Penyumbatan pada chute (bawah).	99
Lampiran 2. <i>Signal</i> Kondisi Normal (atas) dan Penyumbatan pada chute (bawah).	100
Lampiran 3. Laporan Permasalahan Chute Plug tahun 2019	102
Lampiran 4. Laporan Permasalahan Chute Plug tahun 2020	107
Lampiran 5. Laporan Permasalahan Chute Plug tahun 2022	110
Lampiran 6. Laporan Permasalahan Chute Plug tahun 2023	113
Lampiran 7. Laporan Permasalahan Chute Plug tahun 2024	115
Lampiran 8. Surat Tugas Bimbingan TA	116
Lampiran 9. Surat Perintah Praktek Kerja	117
Lampiran 10. Surat Praktek Kerja Lapangan	118
Lampiran 11. Lembar Revisi Pemaparan	119
Lampiran 12. Lembar Revisi Seminar Proposal	120
Lampiran 13. Logbook Bimbingan Tugas Akhir	121
Lampiran 14. Lampiran Turnitin	122
Lampiran 15. Publikasi Jurnal Ilmiah	124
Lampiran 16. Screenshot Publikasi Jurnal	125
Lampiran 17. Lembar Revisi dan Tugas Ujian Sarjan Penguji 1	126
Lampiran 18. Lembar Revisi dan Tugas Ujian Sarjan Penguji 2	127
Lampiran 19. Lembar Revisi dan Tugas Ujian Sarjan Penguji 3	128
Lampiran 20. Daftar Riwayat Hidup	129

DAFTAR ISTILAH

1. *Coal Handling System*

Merupakan sistem penanganan batubara dari kapal tongkang hingga ke *coal bunker*.

2. *Chute*

Merupakan corong yang dilewati batubara dari conveyor menuju conveyor lain.

3. *MBD (Microwave Beam Detector)*

Microwave Beam Detector merupakan Alternatif sensor untuk menggantikan *Tilt Switch* dan *Vibration Switch*. Karena sensor ini cocok ditempatkan pada semua jenis *Chute*, baik *Chute* yang berjalan maupun yang tidak berjalan.

4. *Conveyor*

Alat untuk memindahkan batubara.

5. *Tilt Switch*

Tilt Switch atau *block chute switch* adalah suatu alat yang digunakan untuk menghentikan *belt conveyor* secara instan ketika batubara yang diangkut menyumbat *chute conveyor* dengan menggunakan prinsip gravitasi air raksa, *Switch* pada sensor ini aktif pada kemiringan 15 derajat.

6. *Belt Misalignment Switch*

Belt Misalignment Switch adalah sebuah sensor yang berfungsi sebagai pendeteksi jika posisi *belt conveyor* pada saat sedang berjalan, mengalami pergeseran ke kiri atau ke kanan.

7. *Pullcord Switch*

Pullcord Switch, alat pengaman pada sebuah sistem yang terdapat pada *belt conveyor* yang dapat diaktifkan dengan cara menarik seling kemudian menggerakkan tuas dan mengaktifkan *Pullcord Switch*.

8. ***Vibration Switch***

Sensor Vibrasi / *Vibration Switch* berfungsi sebagai pengirim sinyal jika terdapat batubara yang menumpuk pada *Chute* lalu menyentuh ujung dari sensor ini, maka sensor akan aktif. Sinyal tersebut dikirim ke CCR untuk memerintahkan Stop pada conveyor yang sedang berjalan.

9. ***Fail-Safe***

Sistem atau fitur yang dirancang untuk mencegah atau memulihkan kegagalan sistem utama. Fail-safe bertujuan untuk meminimalkan kerusakan pada peralatan, lingkungan, atau manusia.

10. ***Sender & Receiver***

Peralatan pada sensor MBD yang berfungsi mengirim dan menerima signal.

11. ***Relay Function***

Sakelar yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan aliran listrik secara elektronik dan elektromekanis

12. ***Unit Control***

Peralatan pada sensor MBD yang berfungsi mengirim sinyal ke PLC.

13. ***PLC (Progammmable Logic Controller)***

Peralatan elektronik yang digunakan untuk melihat dan mengontrol proses *Coal Handling System*.

14. ***Noise***

Gangguan kebisingan dari interferensi diterima frekuensi atau sepanjang kabel komunikasi.

15. ***Gain***

Penguatan sinyal dari sensor atau sensitivitas.

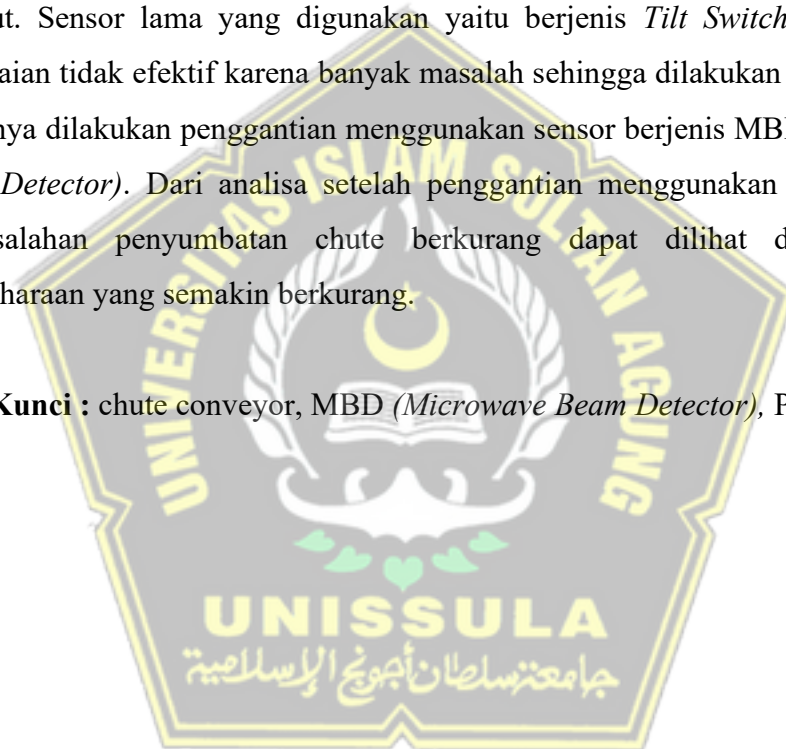
16. ***Trip Delay***

Jeda waktu keluaran dari unit kontrol saat *sensor value* sudah mencapai pengaturan SW *On*.

ABSTRAK

Coal handling system berfungsi menangani pekerjaan mulai dari pembongkaran batu bara dari kapal/tongkang (*unloading area*) yang dipindahkan ke conveyor - conveyor, penimbunan/penyimpanan di *stock area*, ataupun pengisian ke *bunker* yang digunakan untuk pembakaran di boiler. Dalam proses pembongkaran tersebut tidak boleh terjadi penyumbatan / *plugging* terutama pada chute conveyor, maka dari itu diperlukan sensor proteksi untuk mencegah hal tersebut. Sensor lama yang digunakan yaitu berjenis *Tilt Switch* yang selama pemakaian tidak efektif karena banyak masalah sehingga dilakukan pemeliharaan, akibatnya dilakukan penggantian menggunakan sensor berjenis MBD (*Microwave Beam Detector*). Dari analisa setelah penggantian menggunakan sensor MBD, permasalahan penyumbatan chute berkurang dapat dilihat dari frekuensi pemeliharaan yang semakin berkurang.

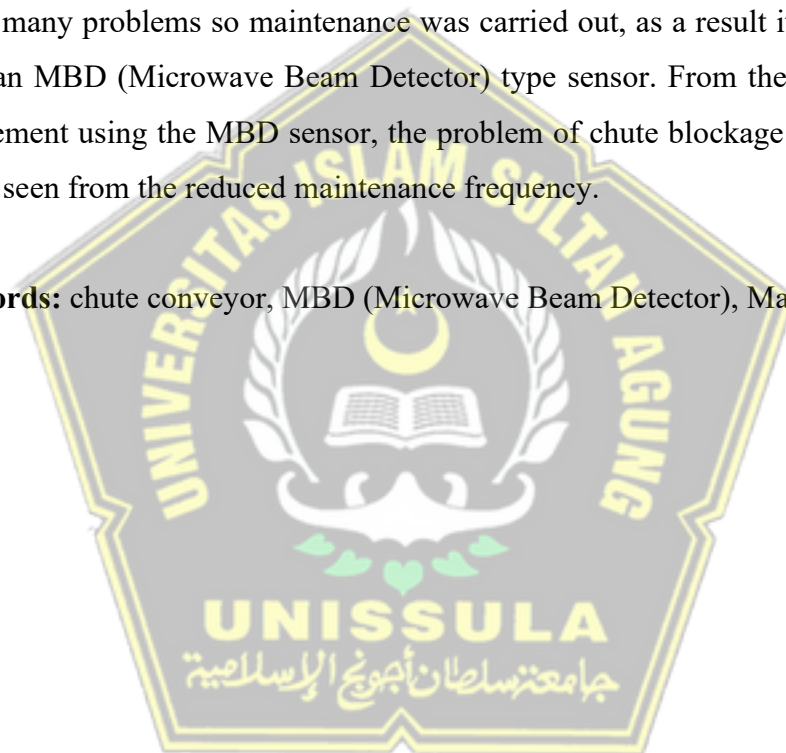
Kata Kunci : chute conveyor, MBD (*Microwave Beam Detector*), Pemeliharaan.



ABSTRACT

The coal handling system functions to handle work starting from unloading coal from ships/barges (unloading area) which is moved to conveyors, stockpiling/storage in stock areas, or filling into bunkers used for combustion in boilers. During the dismantling process, blockages / plugging should not occur, especially in the chute conveyor, therefore a protection sensor is needed to prevent this. The old sensor used was a Tilt Switch type which during use was ineffective due to many problems so maintenance was carried out, as a result it was replaced using an MBD (Microwave Beam Detector) type sensor. From the analysis after replacement using the MBD sensor, the problem of chute blockage is reduced, as can be seen from the reduced maintenance frequency.

Keywords: chute conveyor, MBD (Microwave Beam Detector), Maintenance.



BAB I

PENDAHULUAN

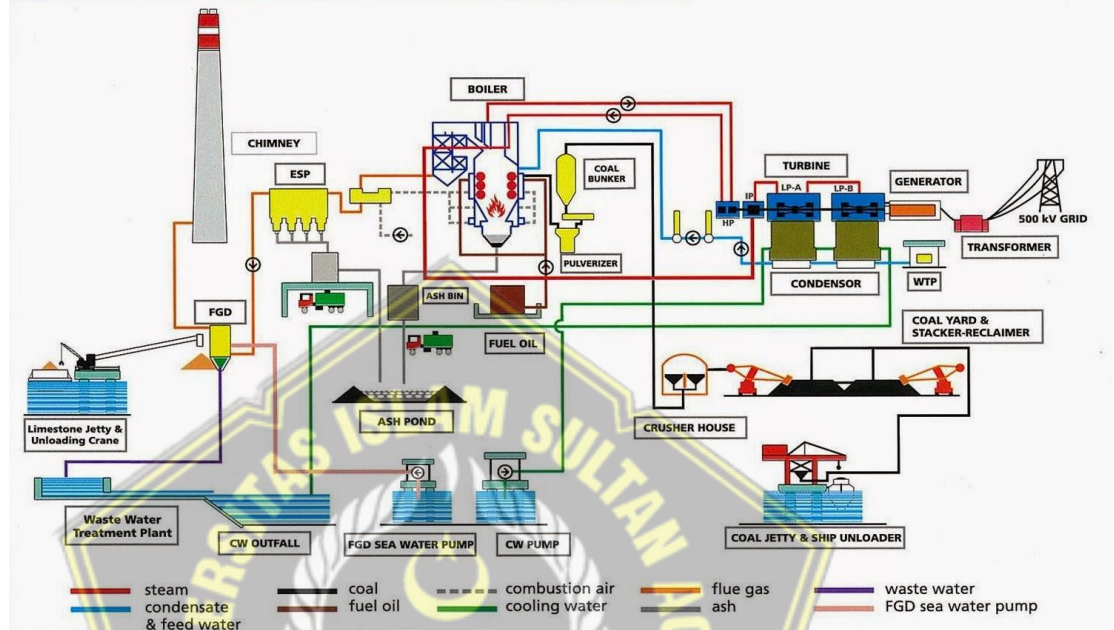
1.1. Latar Belakang

Listrik merupakan energi yang paling banyak dibutuhkan manusia saat ini. Energi listrik dapat dengan mudah diubah menjadi bentuk energi lainnya, seperti energi cahaya, energi mekanik, atau energi panas, dan sebagainya. Manfaat energi listrik bagi kebutuhan hidup manusia pada umumnya sebagai sumber penerangan. Bahkan di zaman sekarang listrik di gunakan sebagai sumber daya motor listrik dan mobil listrik.

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berbasis batu bara masih memiliki peran besar karena hingga saat ini masih menjadi andalan di Indonesia dalam memenuhi kebutuhan energi. Pasalnya, batu bara sejauh ini masih menjadi sumber energi termurah di negara ini. PLTU masih bisa diandalkan untuk menopang beban dasar karena bersifat stabil, tak terbatas periode atau kondisi tertentu seperti cuaca, alam, dan lainnya.

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) batu bara adalah suatu pembangkit listrik yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakar utamanya. PLTU Tanjung Jati B Unit 1&2 adalah salah satu pembangkit yang menggunakan bahan bakar batu bara dengan kapasitas pembangkitan 2 x 660 MW. Untuk mencukupi kapasitas pembangkitan yang cukup besar tersebut dibutuhkan batu bara dalam jumlah yang sangat banyak. Oleh karenanya diperlukan suatu penanganan khusus terhadap bahan bakar batu bara tersebut yang dinamakan *coal handling system*. *Coal handling system* berfungsi menangani pekerjaan mulai dari pembongkaran batu bara dari kapal/tongkang (*unloading area*), penimbunan/penyimpanan di *stock area* ataupun pengisian ke *bunker* yang digunakan untuk pembakaran di boiler untuk menghasilkan uap yang menggerakkan Turbin Uap seperti Gambar 1.1.

Skema Proses Produksi Process Overview



Gambar 1. 1. Siklus Produksi pada PLTU

Performa dari *Coal handling system* pada industri yang menggunakan batu bara sangatlah berpengaruh pada proses produksi, oleh karena itu keberadaannya perlu dijaga agar tetap dalam kondisi baik yaitu tanpa kerusakan, kecelakaan dan pemborosan. Penelitian mengenai performa *coal handling system* antara lain mengenai analisis praktis terhadap kondisi operasional pada *coal handling system* dengan dua kondisi yaitu yang pertama analisis terhadap kerugian produksi akibat kondisi dengan kerusakan peralatan, malfungsi dan program operasi yang tidak baik, sedangkan kondisi kedua dilakukan penerapan metode yang baik pada *coal handling system*. PLTU Tanjung Jati B unit 2 beroperasi dengan beban/daya pembangkitan 400 – 710 MW Gross, menggunakan bahan bakar batubara dengan nilai kalori 4600 – 6400 kkal/kg (Bono et al. 2017).

Salah satu komponen yang terdapat pada *coal handling system* adalah alat

transportasi, pada PLTU Tanjung Jati B Unit 1&2, alat transportasi yang digunakan berupa conveyor system. Beberapa keuntungan yang bisa diperoleh dengan *conveyor system* diantaranya adalah: menurunkan biaya dan waktu pada saat memindahkan batu bara, meningkatkan efisiensi pemindahan material, menghemat ruang dan meningkatkan kondisi lingkungan kerja (bersahabat dengan lingkungan). Perpindahan antar conveyor tersebut terdapat Komponen *Chute*, yang merupakan corong yang terletak diujung akhir dari *belt conveyor* untuk memuat sementara dan mencurahkan material batu bara ke proses pengiriman batu bara berikutnya

Permasalahan yang sering terjadi saat beroperasinya proses pengisian batu bara pada *conveyor system* adalah penyumbatan (*plugging*) yang sering terjadi pada *Chute*. Ada beberapa faktor pemicu terjadinya kondisi tersebut karena Kondisi batu bara basah dan karena ukuran batubara yang terlalu besar. Dari permasalahan penyumbatan (*plugging*) ini maka akan menimbulkan kondisi tidak aman bagi belt conveyor. Jika terjadi *plugging* pada *chute* yang tidak terproteksi ke sistem maka *belt conveyor* akan terus *running* dan menyebabkan bertumpuknya batu bara secara terus menerus yang akan mengakibatkan batu bara tumpah pada ujung *belt conveyor* di atas *chute* yang tersumbat. Jika terjadi hal tersebut berpotensi bahaya dan akan mempengaruhi kehandalan.

PLTU Tanjung Jati B Unit 1&2 sebagai obyek vital nasional perlu dijaga keandalannya untuk terus memproduksi energi listrik dan mengurangi *loss* batubara. Maka dari itu diperlukan Sistem proteksi pada *chute* untuk mengirimkan sinyal yang dapat menghentikan motor conveyor jika terjadinya penyumbatan (*plugging*) pada saat conveyor sedang berjalan.

1.2. Perumusan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini, telah ditentukan perumusan masalah sebagai berikut:

- 1.2.1. Bagaimana cara kerja sensor *Microwave Beam Detector* (MBD) untuk mendeteksi sumbatan pada *Chute* conveyor PLTU Tanjung Jati B Unit 1&2.
- 1.2.2. Apa saja parameter kerja sensor *Microwave Beam Detector* (MBD) untuk mendeteksi sumbatan pada *Chute* conveyor PLTU Tanjung Jati B Unit 1&2.
- 1.2.3. Bagaimana kinerja sensor *Microwave Beam Detector* (MBD) untuk mendeteksi sumbatan pada *Chute* conveyor PLTU Tanjung Jati B Unit 1&2.

1.3. Pembatasan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini, telah ditentukan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

- 1.3.1. Penelitian hanya dilakukan pada lokasi PLTU Tanjung Jati B unit 1&2.
- 1.3.2. Peralatan-peralatan yang digunakan dalam penelitian digunakan sebagai *Protection System*.
- 1.3.3. Sensor yang digunakan merupakan sensor yang sudah terpasang pada chute conveyor yang berfungsi mendeteksi penyumbatan pada chute conveyor.
- 1.3.4. Sensor awal yang terpasang pada chute conveyor adalah jenis *Tilt Switch*.
- 1.3.5. Sensor terbaru yang digunakan pada chute conveyor adalah jenis *Microwave Beam Detector*.

1.4. Tujuan Penelitian

Dalam penyusunan penelitian ini, telah ditentukan tujuan penelitian sebagai berikut:

- 1.4.1. Menganalisis cara kerja sensor *Microwave Beam Detector* (MBD) untuk mendeteksi sumbatan pada *Chute* conveyor PLTU Tanjung Jati B unit 1&2.
- 1.4.2. Mengidentifikasi parameter kinerja sensor *Microwave Beam Detector* (MBD) untuk mendeteksi sumbatan pada *Chute* conveyor PLTU Tanjung Jati B unit 1&2.
- 1.4.3. Menganalisis kinerja sensor *Microwave Beam Detector* (MBD) untuk mendeteksi sumbatan pada *Chute* conveyor PLTU Tanjung Jati B unit 1&2.

1.5. Manfaat Penelitian

Dalam penyusunan penelitian ini, dapat memberikan manfaat bagi penulis dan Perusahaan, yang dijabarkan sebagai berikut :

1.5.1. Manfaat bagi penulis

1. Mengenali bermacam-macam sensor *Proteksi* pada Belt conveyor pada PLTU Tanjung Jati B unit 1&2.
2. Menambah pengetahuan dan pemahaman terkait Sistem *Proteksi coal plugging* pada PLTU Tanjung Jati B unit 1&2.
3. Menambah pengetahuan cara pengoperasian dan perbaikan pada sensor *coal plugging* pada PLTU Tanjung Jati B unit 1&2

1.5.2. Manfaat bagi Perusahaan

1. Untuk meningkatkan keamanan dan keselamatan pada PLTU Tanjung Jati B unit 1&2.
2. Mendapatkan informasi yang lengkap mengenai cara kerja & *troubleshooting* Sistem Proteksi *coal plugging* pada PLTU di Perusahaan
3. Mendapatkan saran dan rekomendasi sebagai upaya perbaikan pada Sistem Proteksi *coal plugging* di PLTU Tanjung Jati B unit 1&2.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah melihat dan mengetahui pembahasan yang ada pada skripsi ini secara menyeluruh, maka perlu dikemukakan sistematika yang 6 merupakan kerangka dan pedoman penulisan skripsi. Adapun sistematika penulisannya adalah sebagai berikut :

Penyajian laporan skripsi ini menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut :

1.6.1. Bagian Awal Skripsi

Bagian awal memuat halaman sampul depan, halaman judul, halaman persetujuan dosen pembimbing, halaman pengesahan, halaman motto dan persembahan, halaman kata pengantar, halaman daftar isi, halaman daftar tabel, halaman daftar gambar, halaman daftar lampiran, arti lambang dan singkatan dan abstraksi.

1.6.2. Bagian Utama Skripsi

Bagian Utama terbagi atas bab dan sub bab yaitu sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab tinjauan pustaka ini meliputi :

- A. Telaah penelitian yang berisi tentang hasil-hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.
- B. Landasan teori yang berisi tentang pembahasan pengertian Sistem Proteksi Pada Conveyor.

BAB III : METODE PENELITIAN / PERANCANGAN

Dalam bab ini penulis mengemukakan tentang metode penelitian yang dilakukan oleh penulis dalam pengembangan sistem informasi. Agar sistematis, bab metode penelitian meliputi :

- A. Pemilihan Lokasi dan Waktu Penelitian
- B. Analisa Kebutuhan
- C. Alur Penelitian (disertakan Flowchart).

BAB IV : DATA DAN ANALISA

Bab ini terdiri dari gambaran hasil penelitian dan analisa. Baik dari secara kualitatif, kuantitatif dan statistik, serta pembahasan hasil penelitian. Agar tersusun dengan baik diklasifikasikan ke dalam :

- A. Hasil Penelitian
- B. Pembahasan

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari seluruh penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan dapat dikemukakan masalah yang ada pada penelitian serta hasil dari penyelesaian penelitian yang bersifat analisis obyektif. Sedangkan saran berisi mencantumkan jalan keluar untuk mengatasi masalah dan kelemahan yang ada. Saran ini tidak lepas ditujukan untuk ruang lingkup penelitian.

1.6.3. Bagian Akhir Skripsi.

Bagian akhir dari skripsi ini berisi tentang daftar pustaka dan daftar lampiran.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Dalam penulisan skripsi ini peneliti menggali informasi dari beberapa penelitian sebelumnya sebagai bahan perbandingan, baik mengenai kekurangan atau kelebihan yang sudah ada. Selain itu, peneliti juga menggali informasi dari buku-buku maupun skripsi dalam rangka mendapatkan suatu informasi yang ada sebelumnya tentang teori yang berkaitan dengan judul yang digunakan untuk memperoleh landasan teori ilmiah.

Analisis Dampak Penerapan Sistem Proteksi Plugging Pada Chute Conveyor Berbasis PLC Di PLTU Tenayan telah diteliti oleh Retno Tri Wahyuni dan Zulkifli, bahwa sistem ini bekerja berdasarkan prinsip kemampatan dimensi, dengan menggunakan *feedback* dari sensor *limit switch* yang mengirimkan sinyal ke PLC sebagai controller yang kemudian akan menonaktifkan motor conveyor (Tri Wahyuni 2022).

Analisis Biaya Realisasi Kegiatan Coal Handling Dengan Wheel Loader Di Rom 1 PT Dizamatra Powerindo Untuk Supply Ke PLTU Keban Agung yang diteliti oleh Edwin Harsiga, Putri Virgania B., Siti Hardianti. Hasil analisis tentang *productivity* dan biaya operasional maka rekomendasi 2 yang lebih efektif dan efisien untuk digunakan dengan peningkatan *productivity* sebesar 29,2 ton/jam yang sebelumnya *productivity actual* sebesar 276,84 ton/jam dan *productivity* rekomendasi 2 sebesar 306,04 ton/jam, sedangkan *productivity actual* dan *productivity* rekomendasi 2 wheel loader CAT 950 meningkat menjadi 10,57 ton/jam yang sebelumnya *productivity actual* sebesar 310,94 ton/jam dan *productivity* rekomendasi 2 sebesar 321,51 ton/jam dan biaya operasional yang dikeluarkan juga lebih efisien karena terjadinya penurunan biaya dari biaya operasional yang actual sebesar Rp208.210.260 sedangkan biaya operasional rekomendasi 2 sebesar Rp195.007.360 dengan selisih pengurangan biaya sebesar Rp13.202.900 (Harsiga 2023).

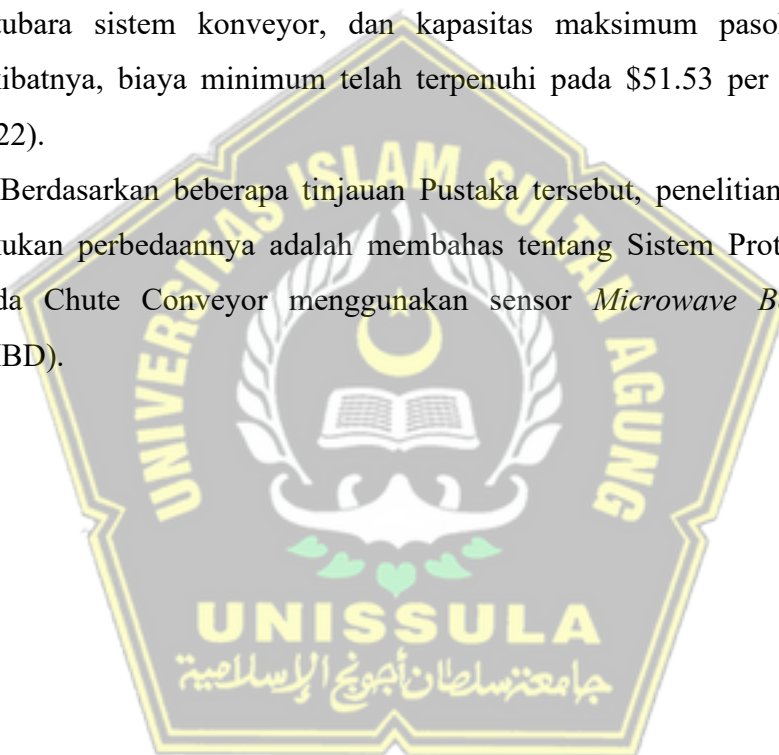
Analisis *Safety* Instrumen di Area BC 02 Untuk Proses *Coal Handling System* yang telah diteliti oleh Irwanto, hasil analisis yang didapat yaitu proses bongkar muat dari kapal tongkang, penyimpanan di stock area, dan sebelum masuk coal bunker batu bara menggunakan belt conveyor dan di dalam conveyor terdapat sebuah safety device yang berfungsi sebagai pengaman laju aliran batu bara di conveyor menuju coal bunker. Dalam pekerjaan, di bagian Coal Handling System lebih tepatnya di bagian conveyor di area BC-02. *Safety device* conveyor yang digunakan yaitu *pull cord switch*, *belt sway switch*, *zero speed switch* (Irwanto 2020).

Studi Potensi Penghematan Energi pada Coal Handling System PLTU Jawa IV Menggunakan Analisis Regresi Multivarian yang diteliti oleh Ari Hastanto, Berkah Fajar T.K, Jaka Windarta. Pengoperasian sistem conveyor CHS yang panjang dengan struktur naik turun, area luas, kondisi angin dan cuaca berubah-ubah, menyebabkan frekuensi intermiten meningkat, dan tonase berubah-ubah, yang berpengaruh pada fluktuasi konsumsi energi. Analisis regresi multivarian digunakan untuk menyelidiki variabel-variabel yang berpengaruh langsung terhadap konsumsi energi sistem conveyor, yaitu jumlah start-stop conveyor, durasi tonase, dan komposisi roller. Peningkatan performa pada variabel-variabel ini menghasilkan kesimpulan bahwa penambahan tiga teknisi terampil dapat meningkatkan kualitas *Preventive Maintenance* (PM) yang mengurangi breakdown fasilitas sebesar 80%, serta berpotensi menghemat energi hingga 33.184,26 kWh/bulan. Durasi tonase optimal per hari untuk meminimumkan konsumsi energi, namun tetap memenuhi kebutuhan batubara yang ditransportasikan sebesar 22.000 ton per hari adalah berturut-turut 0,30; 2,56; dan 13,30 jam pada tonase <1000, 1000-1200, dan 1200-1400 tph, berpotensi menghemat energi hingga 9.462,44 kWh/bulan. Sedangkan skenario penggantian roller berumur di atas dua tahun sebesar 2% dari total keseluruhan berpotensi menghemat energi hingga 16.997,44 kWh/bulan (Hastanto 2024).

Optimalisasi Penggunaan Belt Conveyor Dalam Proses Coal Handling PT Sumber Segara Primadaya, PLTU Cilacap, Jawa Tengah yang diteliti

oleh Muhammad Alfarizqi Ilham Lesmono. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan penggunaan sistem penanganan batubara untuk memenuhi kebutuhan batubara untuk pembangkit listrik (PLTU) Cilacap. Untuk penelitian ini, perlu memperkirakan biaya sistem ban berjalan. Biaya tersebut adalah biaya operasional dan kepemilikan yaitu \$0,11/ton. Selanjutnya, konsep analisis pencampuran batubara telah dilakukan untuk memenuhi biaya minimum dengan menggunakan pemrograman linier yang meliputi batubara kualitas, harga batubara CIF ditambah biaya penanganan batubara sistem konveyor, dan kapasitas maksimum pasokan batubara. Akibatnya, biaya minimum telah terpenuhi pada \$51.53 per ton (Alfarizqi 2022).

Berdasarkan beberapa tinjauan Pustaka tersebut, penelitian yang penulis lakukan perbedaannya adalah membahas tentang Sistem Proteksi *Plugging* pada Chute Conveyor menggunakan sensor *Microwave Beam Detector* (MBD).



2.2. Landasan Teori

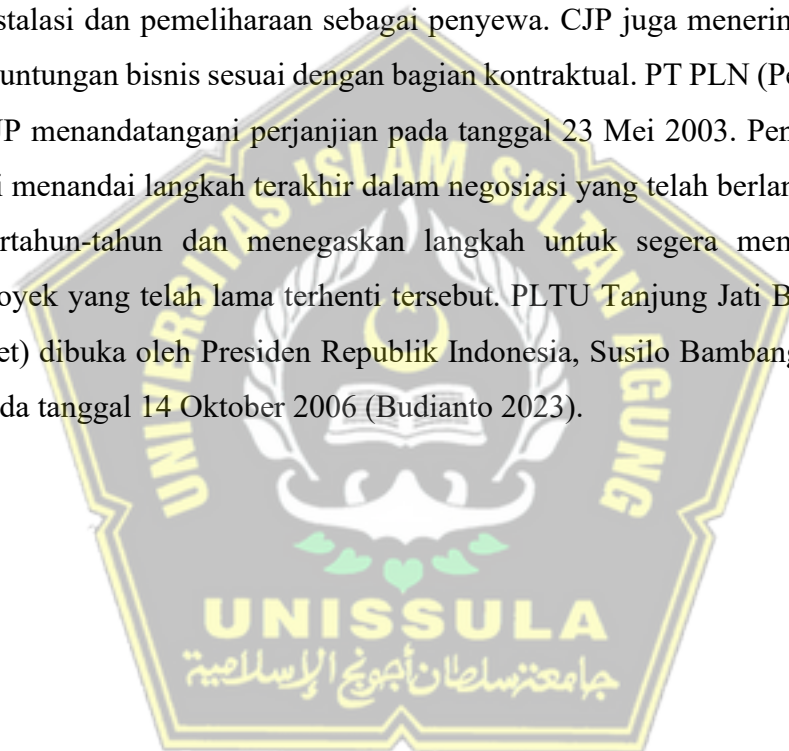
2.2.1. Profil Perusahaan

Unit 1&2 PLTU Tanjung Jati B merupakan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) berbahan bakar batubara dengan kapasitas terpasang bruto 2 x 719 Megawatt dan pembangkit listrik bersih 2 x 660 Megawatt. Keluaran PLTU Tanjung Jati B saat ini mencakup sekitar 11,5% dari total listrik sistem kelistrikan Jawa, Madura, dan Bali. PLTU Tanjung Jati B menggunakan teknologi ekologi terkini dalam pengolahan gas buang hasil pembakaran batubara. Teknologi ini menjadikan PLTU Tanjung Jati B sebagai pembangkit yang dapat memanfaatkan keunggulan ekonomis batubara sebagai bahan bakar yang murah dan tergolong pembangkit yang ramah lingkungan. Dibandingkan dengan pembangkit lain di Indonesia.

Proyek Tanjung Jati B diluncurkan sebagai bagian dari regulasi infrastruktur ketenagalistrikan lebih lanjut sejak awal tahun 90-an, membuka peluang bagi sektor swasta untuk berinvestasi di sektor pembangkit listrik. Proyek ini dimulai pada tahun 1994 dengan ditandatanganinya perjanjian jual beli listrik antara PLN dengan PT HI Power Tubanan I untuk pembangunan dan pengoperasian PLTU 2 x 661 MW di Tanjung Jati B. Pada saat itu, rekayasa, pengadaan dan konstruksi (EPC) untuk pembangunan pembangkit listrik diberikan kepada Sumitomo Corporation (SC) dan mulai dikerjakan pada tahun 1995. Meskipun dokumen Amdal PLTU disetujui oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral pada tahun 1994, krisis keuangan Asia terjadi pada tahun 1997, menghancurkan sektor industri dan juga Indonesia yang mengalami krisis terparah. Oleh karena itu, pada tahun 1998, pembangunan Tanjung Jati B terpaksa ditunda. Sejak tahun 2002, dengan berakhirnya krisis, perekonomian Indonesia pulih dan pasokan listrik jelas kurang mendukung upaya pembangunan ekonomi. Proyek Tanjung Jati B merupakan tujuan utama penghematan ketersediaan listrik, khususnya di Jawa, Bali, dan Madura. Berbagai diskusi dilakukan untuk mencari cara memulai kembali proyek pembangunan PLTU Tanjung Jati B. Komite kontrol mengambil inisiatif untuk melanjutkan proyek yang telah selesai lebih dari 50%. Beberapa opsi

dipertimbangkan sebelum pemerintah Indonesia menyepakati perjanjian pembiayaan dan sistem bagi hasil. Rencana tersebut melibatkan pendirian perusahaan dengan misi tertentu, yaitu PT Central Java Power (CJP). PT CJP ditugasi menyediakan dana untuk pembangunan pembangkit listrik tersebut dan kemudian menjadi pemilik Pembangkit Listrik Tanjung Jati B.

Kemudian, PT PLN (Persero) menyewa fasilitas tersebut selama 23 tahun di bawah *Capital Utilization* (FLA). PT PLN (Persero) juga berhak memiliki fasilitas tersebut pada akhir kerjasama. PT PLN (Persero) melakukan pekerjaan instalasi dan pemeliharaan sebagai penyewa. CJP juga menerima bagian dari keuntungan bisnis sesuai dengan bagian kontraktual. PT PLN (Persero) dan PT CJP menandatangani perjanjian pada tanggal 23 Mei 2003. Penandatanganan ini menandai langkah terakhir dalam negosiasi yang telah berlangsung selama bertahun-tahun dan menegaskan langkah untuk segera memulai kembali proyek yang telah lama terhenti tersebut. PLTU Tanjung Jati B 2 x 660 MW (net) dibuka oleh Presiden Republik Indonesia, Susilo Bambang Yudhoyono, pada tanggal 14 Oktober 2006 (Budianto 2023).



2.2.2. Sistem Transfer Batubara

Sistem Penyediaan Batubara pada PLTU Tanjung Jati B unit 1&2 dari mulai asal batubara sampai menuju *coal bunker* untuk pembakaran di Boiler, hingga hubungan chute dengan setiap conveyor dapat dijelaskan dengan tahapan sebagai berikut :

2.2.2.1. Tambang Batubara

Batubara yang berasal dari tambang PT. Kaltim Prima Coal (KPC), PT. Indominco Mandiri, dan PT. Multi Harapan Utama (MHU) yang berasal dari Kalimantan.



Gambar 2. 1. Proses Pengerukan di tambang Batubara

2.2.2.2. Kapal Kargo

Batubara dikirim melalui jalur laut menggunakan Kapal kargo tertutup atau palka bermuatan batubara, menuju Pelabuhan (*jetty area*) PLTU Tanjung Jati B unit 1&2.



Gambar 2. 2. Kapal Kargo dengan Palka

2.2.2.3. Ship Unloader

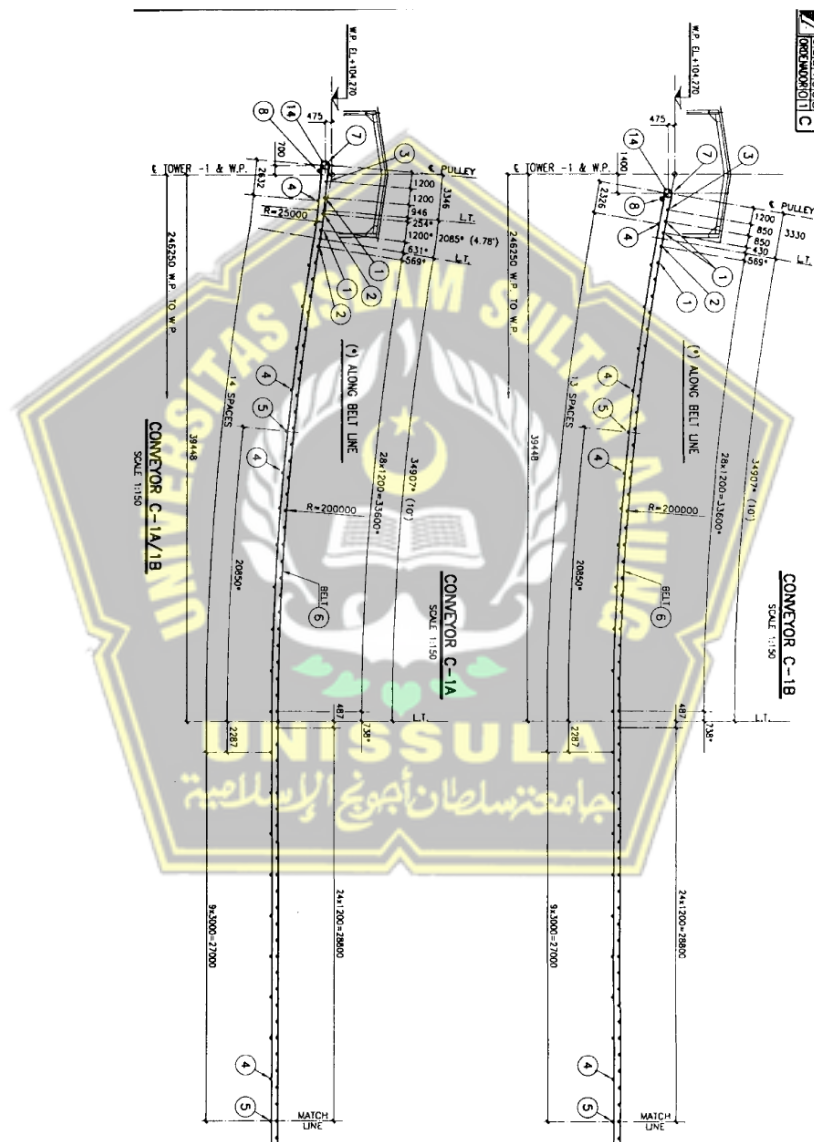
Kapal angkut batubara yang sudah bersandar, kemudian dilakukan proses bongkar muatan kapal menggunakan *Ship Unloader (Shunlo)*. Alat ini berupa crane yang dilengkapi dengan *bucket* atau *grab* yang dapat mengambil material dari palka kapal dan memindahkannya ke sistem hopper atau konveyor. Ada 2 *Ship Unloader* yang dioperasikan oleh PT. Adhi Guna Putera (AGP).



Gambar 2. 3. *Ship Unloader* di PLTU Tanjung Jati B

2.2.2.4. Conveyor 1A & 1B

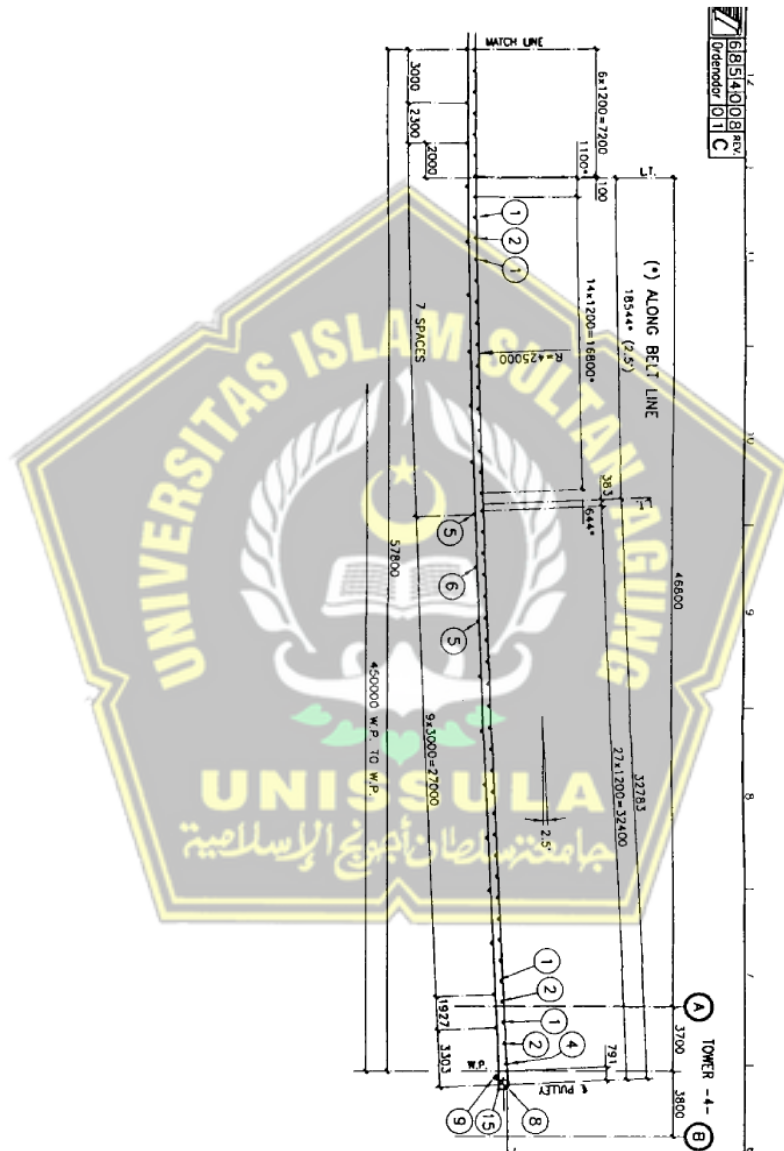
Dari *Ship Unloader* batubara ditransfer menggunakan *bucket* atau *grab* melalui Chute di tengah Conveyor 1A & 1B, conveyor ini memiliki panjang 496 meter.



Gambar 2. 4. *Drawing* Conveyor 1A&B di PLTU Tanjung Jati B

2.2.2.7. Conveyor 4B

Dari *Head* Conveyor 2A atau 2B transfer batubara melalui *Transfer Tower* 2 menuju ke *Tail* Conveyor 4B melalui chute. Conveyor ini memiliki panjang 908 meter. Ujung / *Head* Conveyor 4B menuju ke *Transfer Tower* 4.



Gambar 2. 7. *Drawing* Conveyor 4B PLTU Tanjung Jati B unit 1 & 2

Sepanjang Conveyor 4B dilalui *Stacker / Reclaimer* B yang merupakan peralatan berjalan yang digerakkan dari kabinnya digunakan untuk penimbunan (*stacking*) batubara untuk menempatkan batubara ke *Coal Yard*,

yaitu merupakan sebuah tempat penyimpanan sementara bagi batubara. Serta berfungsi sebagai pengerukan (*reclaiming*) dari *Coal Yard* menuju Conveyor 4B (Italimpianti 2003).

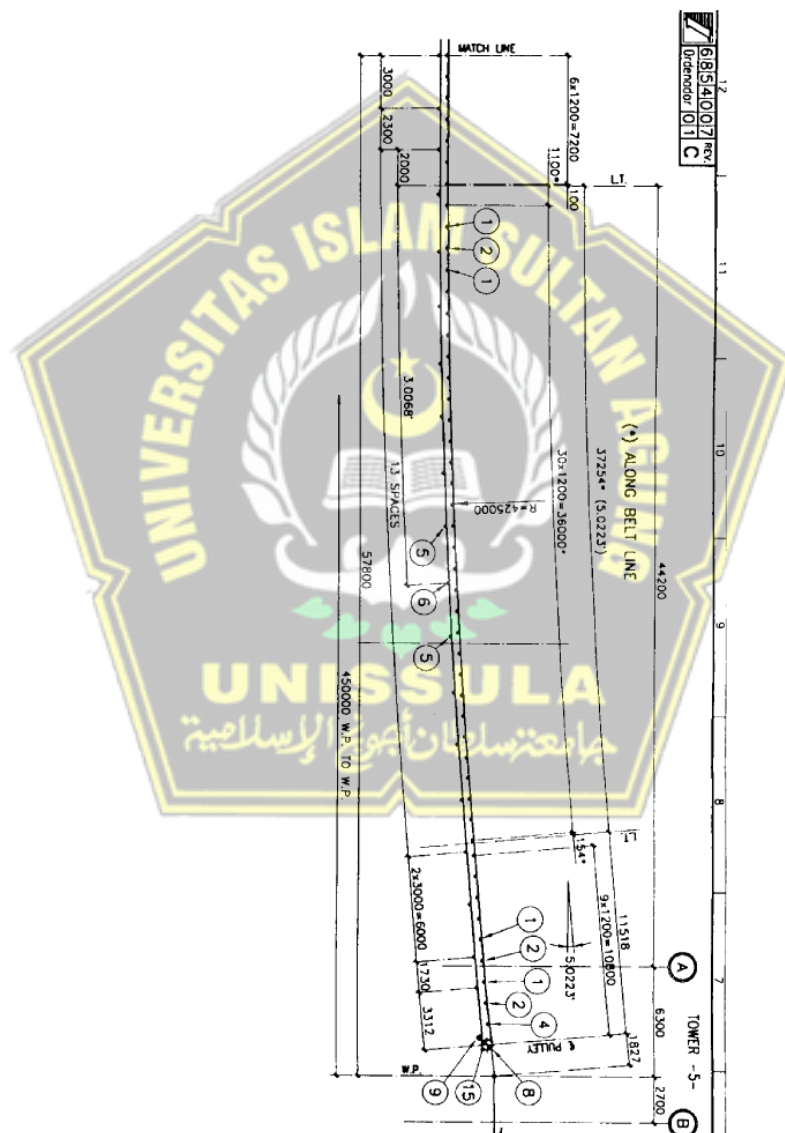


Gambar 2. 8 Stacker & Reclaimer PLTU Tanjung Jati B

2.2.2.8. Conveyor 4A

Dari Conveyor 3 melalui *Transfer Tower 3* menuju ke *Tail* Conveyor 4A melewati chute. Conveyor ini memiliki panjang 901 meter. Ujung/*Head* Conveyor 4A menuju *Transfer Tower 5*.

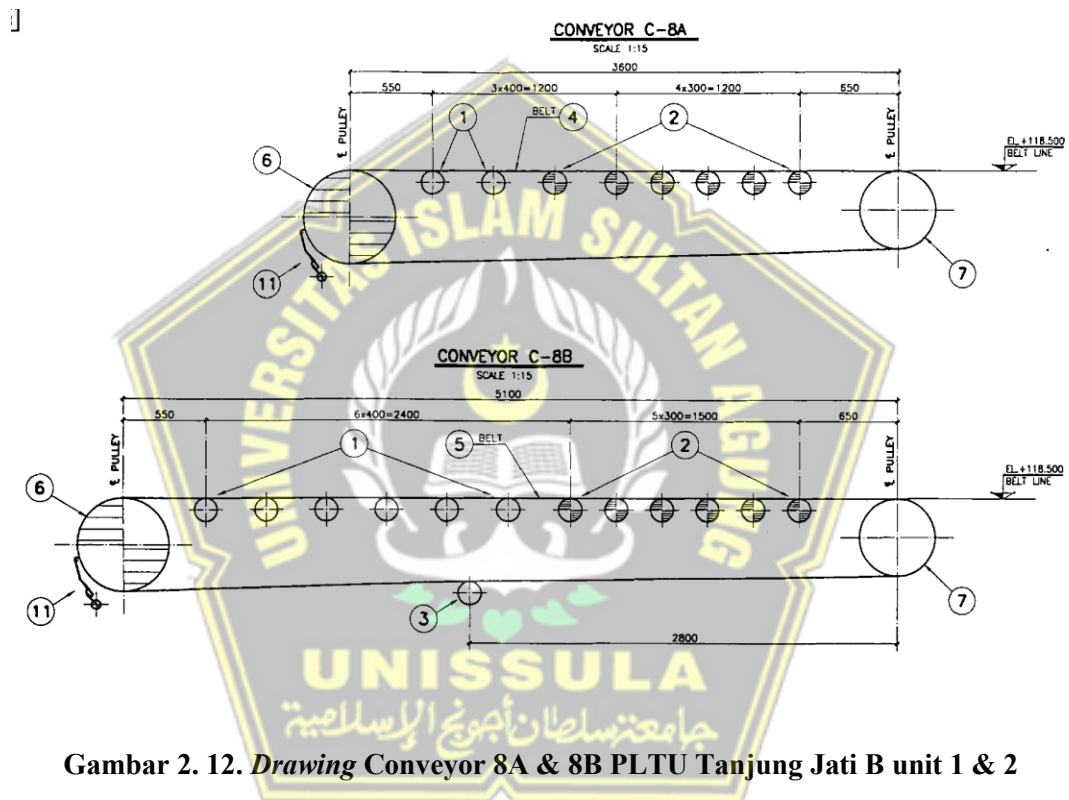
Sepanjang Conveyor 4A juga dilalui *Stacker / Reclaimer B* yang fungsinya sebagai penimbunan (*stacking*) dan pengerukan (*reclaiming*) (Khosiyanto et al. 2016).



Gambar 2. 9. *Drawing* Conveyor 4A PLTU Tanjung Jati B unit 1 & 2

2.2.2.11. Conveyor 8A & 8B / Belt Feeder

Dari *Head* Conveyor 5A & 5B menuju ke *Head Belt Feeder* atau Conveyor 8A & 8B dan melewati chute. Conveyor ini memiliki panjang 8,9 meter. Ujung/*Tail* dari Conveyor 8A & 8B menuju ke *Crusher*.



Gambar 2. 12. Drawing Conveyor 8A & 8B PLTU Tanjung Jati B unit 1 & 2

2.2.2.12. *Crusher A&B*

Dari *Tail Conveyor* 8A & 8B menuju ke *Crusher A* & *Crusher B* melalui chute, merupakan mesin penggiling untuk memperkecil ukuran batubara menjadi sekitar 30mm.



Gambar 2. 13. *Crusher*

2.2.2.13. *Vibrating Screen A&B*

Dari *Crusher A* & *Crusher B* langsung menuju *Vibrating Screen A* & *Vibrating Screen B*, yang berfungsi sebagai pengayak atau pemisah batubara sesuai ukuran yang diinginkan yang sesuai pada ukuran dari *Wire Mesh*.



Gambar 2. 14. *Vibrating Screen*

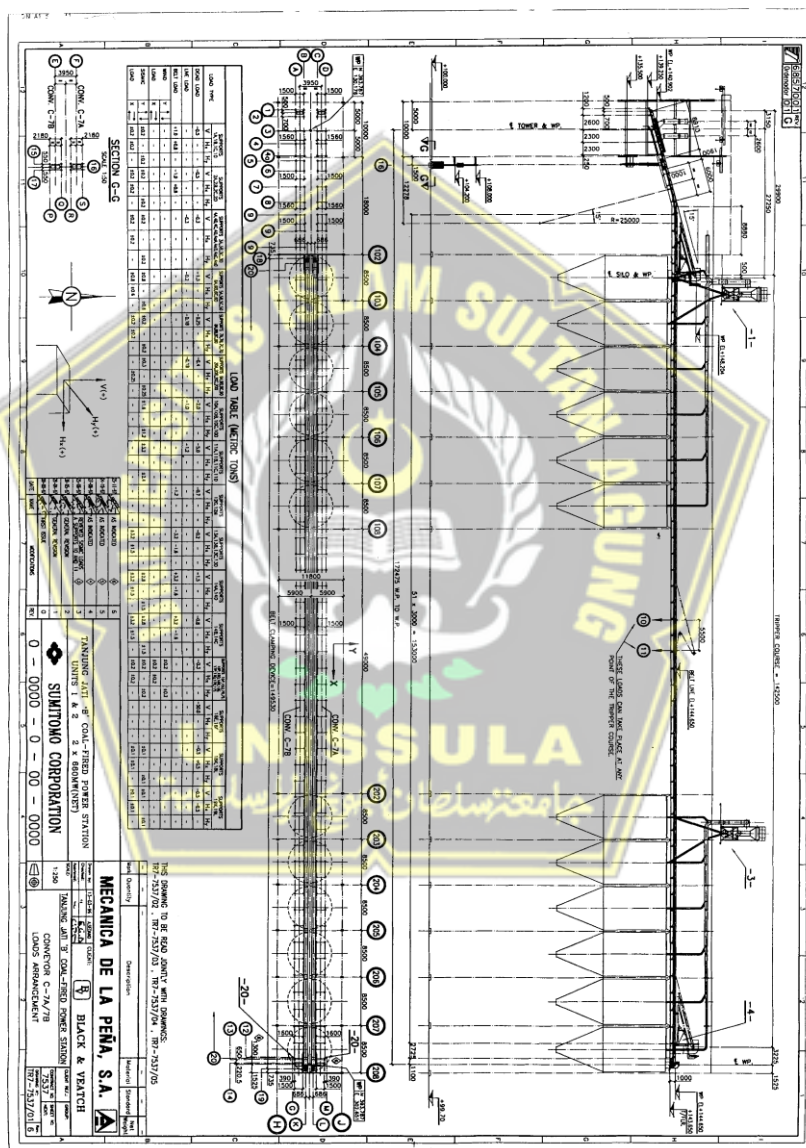
Conveyor ini memiliki panjang 369 meter yang dilewati *Tripper* 7A & *Tripper* 7B, yaitu peralatan berjalan yang berada diatas Conveyor 7 A & B dikendalikan dari *Central Control Room* (CCR) berfungsi sebagai pemasok batubara ke *Coal Silo/Bunker*.



Gambar 2. 17. *Tripper Car* PLTU Tanjung Jati B unit 1 & 2

2.2.2.16. Coal Bunker

Coal Silo/ Coal Bunker merupakan tempat penyimpanan bongkahan batubara terakhir yang disiapkan untuk diproses ke bentuk batubara serbuk pada *mill/Pulverizer*. Memiliki total 12 silo, karena masing-masing unit memiliki 6 silo.



Gambar 2. 18. Coal Bunker PLTU Tanjung Jati B unit 1 & 2

2.2.3. Coal Handling System & Proteksi Conveyor

Pada dasarnya, Coal Handling System memiliki fungsi dalam menangani berbagai macam proses mulai dari pembongkaran batubara dari kapal sampai dengan proses penimbunannya di stok area maupun bunker (tribhakti.com 2023).

Komponen utama *coal handling system* pada PLTU Tanjung Jati B Unit 1&2 adalah peralatan sistem transportasinya, antara lain *Ship Unloading*, *Stacker/Reclaimer*, dan paling banyak adalah *Belt conveyor system*. Beberapa keuntungan yang bisa diperoleh dengan *Belt conveyor system* diantaranya adalah: menurunkan biaya dan waktu pada saat memindahkan batu bara, memudahkan operasi & pemeliharaan, meningkatkan efisiensi pemindahan material, dan menghemat ruang dan meningkatkan kondisi lingkungan kerja, dengan selalu memperhatikan aspek debu & asap dari batubara.

Untuk mencegah terjadinya kerusakan pada Conveyor seperti putus, slip dan kelebihan beban, maka perlu dipasang instrumentasi sebagai proteksi. Sistem proteksi ini dapat secara otomatis mendeteksi, mendiagnosis kesalahan yang sesuai dengan fungsi alatnya, dan memberikan sinyal alarm berupa suara dan cahaya untuk menghentikan Conveyor (Xu et al. 2012).

Maka dari itu diperlukan pemasangan sensor-sensor pada setiap conveyor, seperti berikut :

2.2.3.1. Belt Misalignment Switch

Belt Misalignment Switch atau *Belt Sway* adalah sebuah sensor yang berfungsi sebagai pendeteksi jika posisi belt conveyor pada saat sedang berjalan, mengalami pergeseran ke kiri atau ke kanan atau proteksi dari terjadinya slip (masusskitaunited.com 2022).



Gambar 2. 19. *Belt Misalignment Switch*

2.2.3.2. Pullcord Switch

Pullcord Switch, alat pengaman pada sebuah sistem yang terdapat pada *belt conveyor* yang dapat diaktifkan pada kondisi darurat dengan cara menarik seling kemudian menggerakkan tuas dan mengaktifkan *Pullcord Switch* untuk seketika menghentikan conveyor.



Gambar 2. 20. *Pullcord Switch*

2.2.3.3. Underspeed Switch/ Speed Sensor

Underspeed Switch/ Speed Sensor, dimana sensor ini berfungsi sebagai alat untuk mendeteksi jika terjadi kelebihan muatan, putaran motor lemah, dan putusnya *belt conveyor*. Speed sensor biasa dipasang pada *pulley non drive* agar lebih mudah mendeteksi jika terjadi *speed low* atau berhentinya putaran pulley pada conveyor (Ihsan 2018).



Gambar 2. 21. Underspeed Switch/ Speed Sensor

2.3. Chute

Chute atau biasa dikenal dengan *Hopper* Merupakan corong yang terletak disetiap ujung *belt conveyor* biasanya berbentuk mengerucut untuk memuat dan mencurahkan material batu bara dalam jumlah besar ke proses pengiriman batu bara ke *belt conveyor* berikutnya.

Pada proses *transfer* batu bara melalui *Chute* ini sering terjadinya penumpukan (*plugging*) akibat dari :

2.3.1. Chute Kondisi batu bara basah

Batu bara basah lebih rentan menyebabkan *plugging* pada corong (*chute*). Batu bara basah bisa diakibatkan oleh hujan atau penyemprotan air ke batu bara pada saat pengerukan di tongkang. Apabila dalam kondisi basah, batu bara yang berukuran kecil akan mudah menempel pada dinding *chute* dan mengakibatkan *plugging*.

2.3.2. Chute Kondisi Ukuran batu bara yang besar

Ketika proses pemindahan batu bara dari tongkang ke *coal bunker* didapati ukuran batu bara yang beragam mulai dari potongan besar hingga halus seperti pasir, jika pada *coal Crusher* bermasalah maka akan terjadi ukuran batubara yang besar menumpuk maka akan terakumulasi hingga penuh dan memadati *chute conveyor*.

2.4. Proteksi Pada Chute

Jika terjadi penumpukan (*plugging*) pada *Chute* terjadi terus menerus dan dibiarkan, maka batubara akan terbang ke lantai sehingga dapat mencemari sekitarnya, selain itu akan berakibat pada kerusakan conveyor karena beban batubara yang *ditransfer* semakin berat, maka motor conveyor akan terjadi *overload*. Untuk pencegahan agar penumpukan batubara pada *Chute* dapat segera ditangani, maka diperlukan sistem Proteksi pada setiap *Chute conveyor*. Pada PLTU Tanjung Jati B unit 1&2 Proteksi yang digunakan pada *Chute Conveyor* ada beberapa jenis, antara lain :

2.4.1. Tilt Switch Sensor

Chute Switch atau sering disebut *Tilt Switch* atau *block chute switch* adalah suatu alat yang digunakan untuk menghentikan *belt conveyor* secara instan ketika batubara yang diangkut menyumbat chute conveyor dengan menggunakan prinsip gravitasi air raksa, *Switch* pada sensor ini aktif pada kemiringan 15 derajat.

Namun Sensor ini terdapat kelemahan yaitu jika batubara basah akan menempel pada sensor dan mempengaruhi sensitifitasnya, sehingga harus rutin pengecekan & perawatannya. Selain itu, jika sensor ini dipasang pada *Chute* yang berjalan seperti *Stacker & Reclaimer*, dan *Tripper Car* terkadang peralatan tersebut berjalan dengan ada hentakan, maka sensor ini akan miring sehingga aktif tanpa ada batubara di dalam *Chute* (ktbelectrik.com 2017).



Gambar 2. 22. *Chute Switch*

2.4.2. *Vibration Switch Sensor*

Sensor Vibrasi / *Vibration Switch* berfungsi sebagai pengirim sinyal jika terdapat batubara yang menumpuk pada *Chute* lalu menyentuh ujung dari sensor ini, maka sensor akan aktif. Sinyal tersebut dikirim ke CCR untuk memerintahkan Stop pada conveyor yang sedang berjalan.

Pada PLTU Tanjung Jati B unit 1&2 sensor ini dipasang pada *Chute* yang termasuk peralatan berjalan, seperti *Stacker & Reclaimer*.



Gambar 2. 23. *Vibration Switch*

2.4.3. Microwave Beam Detector (MBD) Sensor

Microwave Beam Detector merupakan Alternatif sensor untuk menggantikan *Tilt Switch* dan *Vibration Switch*. Karena sensor ini cocok ditempatkan pada semua jenis *Chute*, baik *Chute* yang berjalan maupun yang tidak berjalan.

Penggunaan sensor ini pada PLTU Tanjung Jati B unit 1&2 masih terbilang baru, karena dipasang mulai tahun 2022. Sensor ini sudah dipasang di Conveyor 4B, *Belt Feeder* 8A & 8B, Conveyor 6A & 6B, dan *Tripper Car* 7A. Pemasangan sensor ini belum ke semua conveyor, karena statusnya yang masih percobaan sehingga diperlukan analisa pada Tugas Akhir kali ini.



Gambar 2. 24. *Microwave Beam Detector*

2.5. Gelombang & MBD

MBD (*Microwave Beam Detector*) mempunyai prinsip kerja menggunakan gelombang supaya tidak perlu bersentuhan dengan material batubara, yang dijelaskan sebagai berikut:

2.5.1. Dasar Gelombang

Gelombang dapat didefinisikan sebagai gejala rambatan dari suatu getaran/usikan (Sirait 2020). Gelombang pada sensor MBD adalah pergerakan getaran dari satu titik ke titik lain melalui ruang kosong atau materi tanpa memindahkan materi tersebut.

Periode gelombang (T) adalah lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu getaran. Dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$T = \frac{t}{n} \text{ atau } T = \frac{1}{f}$$

T = periode (s)

t = waktu (s)

n = jumlah getaran (kali)

f = adalah frekuensi gelombang (Hz)

Frekuensi gelombang (f) adalah jumlah getaran yang terjadi dalam satuan waktu. Dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$f = \frac{n}{t} \text{ atau } T = \frac{1}{f}$$

f = frekuensi (Hz)

n = jumlah getaran (kali)

t = waktu (s)

Gelombang berdasarkan medium terbagi menjadi dua, antara lain :

2.5.1.1. Gelombang Mekanik

Merupakan Gelombang yang membutuhkan medium untuk perambatnya.

Contohnya : getaran tali, gelombang laut, gelombang bunyi.

2.5.1.2. Gelombang Elektromagnetik

Merupakan Gelombang yang tidak butuh medium perambatnya. Jenis Gelombang ini yang mendasari sensor MBD.

Contohnya : gelombang cahaya, gelombang inframerah, gelombang mikro / *Microwave*, gelombang radio, sinar tampak, sinar X, sinar gamma.

2.5.2. Gelombang Berdasarkan Arah Rambat

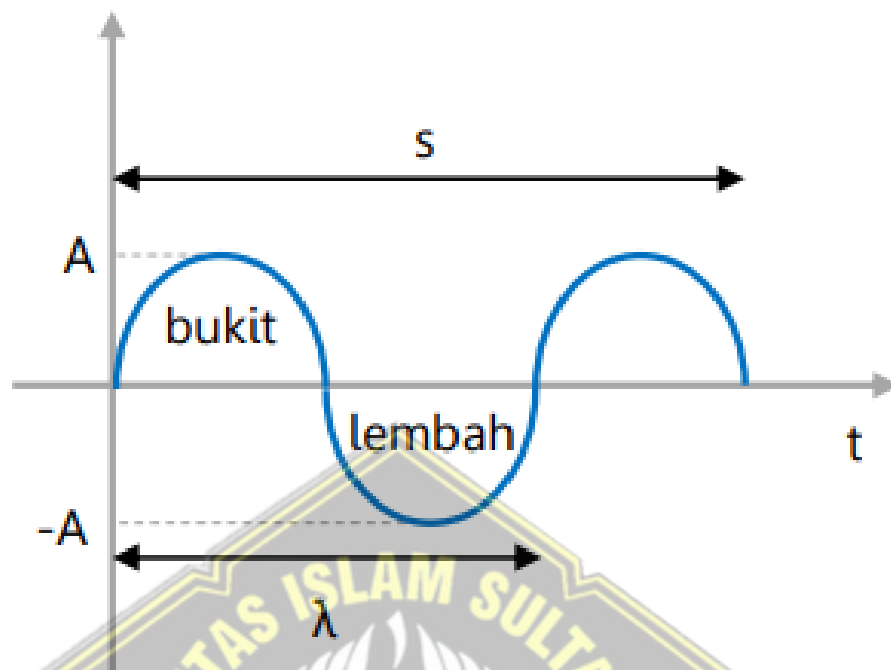
Gelombang berdasarkan arah rambat terbagi menjadi dua, antara lain:

2.5.2.1. Gelombang Transversal

Gelombang yang tegak lurus dengan arah rambat. Satu gelombang (λ) transversal adalah satu bukit dan satu Lembah atau sering disebut dengan lambda.

Contoh: gelombang cahaya.

Panjang gelombang adalah jarak dua puncak berdekatan atau jarak dua lembah berdekatan. Atau jarak antara dua titik yang lokasinya paling dekat yang memiliki keadaan gerak yang sama. (Daniaty 2018).



Gambar 2. 25. Gelombang Transfersal

Menghitung nilai Panjang Gelombang dan Frekuensi diperlukan untuk mengetahui nilai Gelombang MBD, menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

f = frekuensi (Hz)

v = cepat rambat gelombang (m/s)

λ = panjang gelombang (m)

Besarnya kecepatan rambat gelombang elektromagnetik di vakum atau ruang hampa udara sama dengan kecepatan Cahaya. Sehingga :

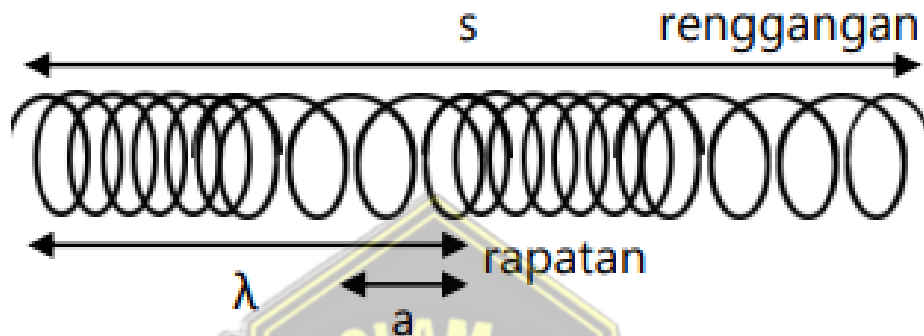
$v = 300$ juta m/s, atau

$v = 3 \times 10^8$ m/s

2.5.2.3. Gelombang Longitudinal

Gelombang yang searah dengan arah rambat. Satu gelombang (λ) longitudinal adalah satu rapatan dan satu renggangan.

Contoh: gelombang permukaan, gelombang bunyi, pegas.



Gambar 2. 26. Gelombang Longitudinal

2.5.3. Prinsip Microwave

Microwave atau Gelombang mikro adalah gelombang - gelombang elektromagnetik yang mempunyai frekuensi kerja antara 300 MHz (Mega Hertz) sampai 300 GHz (Giga Hertz) dengan panjang gelombang antara satu meter hingga satu sentimeter (Mahendra 2017).

Jika umumnya oven microwave rumah tangga beroperasi pada frekuensi sekitar 2,45 GHz untuk dapat memanaskan makanan dari dalam, sedangkan untuk MBD ini dapat beroperasi hingga 10 Ghz yang setara dengan 10 miliar siklus per detik untuk mendapatkan pembacaan yang akurat walaupun melalui celah yang sempit. Maka dari itu penggunaan *Microwave* untuk rumah tangga dan industri sangatlah berbeda.

Microwave bekerja seperti radar, yaitu dengan cara memancarkan gelombang mikro yang diarahkan ke suatu objek. Gelombang yang dipantulkan oleh objek tersebut kemudian diterima kembali oleh radar, dan informasi mengenai objek, seperti jarak dan kecepatan, dapat diukur. Gelombang mikro dipilih karena kemampuannya menembus berbagai kondisi cuaca dan jarak jauh dibandingkan *infrared* karena hanya memiliki Panjang gelombang dibawah

microwave, yaitu di antara 700 nanometer (nm) hingga 1 milimeter (mm). (Morozov et al. 2022).

2.5.4. Prinsip Kerja MBD

Microwave Beam Detector pada memanfaatkan gelombang elektromagnetik dan memancarkannya dari *sender* pada gambar 2.27 gelombang warna merah yang dipantulkan pada *receiver* setelah melewati Batubara. Pada gambar 2.27 gelombang warna biru, yang menghasilkan *residual noise* atau rata-rata kebisingan karena adanya perbedaan gelombang keluar & masuk pada gambar 2.27 gelombang warna kuning.



Gambar 2. 27. Frekuensi *Microwave Beam Detector*

Gelombang atau radiasi elektromagnetik terdiri dari medan magnet dan listrik dengan kecepatan/ frekuensi tertentu. Penerima bertindak sebagai penganalisis gelombang yang dipantulkan kembali. Misalnya, suatu benda yang bergerak melintasi ruangan akan mengubah gelombang. Penerima kemudian akan mengidentifikasi perubahan tersebut setiap kali terjadi (Wardiyati et al. 2018).

Pada PLTU Tanjung Jati B unit 1 & 2 *Microwave Beam Detector* yang digunakan terdiri dari tiga komponen utama yang terdiri dari unit

pemancar/*sender*, penerima/*receiver*, dan Unit kontrol. Pada bagian pemancar bertanggung jawab untuk memancarkan gelombang, sementara penerima menggunakan reflektor untuk memantulkan gelombang tersebut, dan unit kontrol sebagai penguat tegangan/*amplifier*. Unit kontrol menunjukkan tegangan 2,4-2,5 VDC pada saat normal, dan menunjukkan 0 VDC jika terjadi penyumbatan pada chute.

Dengan cara ini, *Microwave Beam Detector* mampu memberikan respons cepat terhadap adanya penumpukan Batubara yang di dalam chute, menjadikannya solusi efektif untuk pemantauan dan perlindungan penyumbatan pada chute.



Gambar 2. 28. Pancaran Gelombang Sender & Receiver

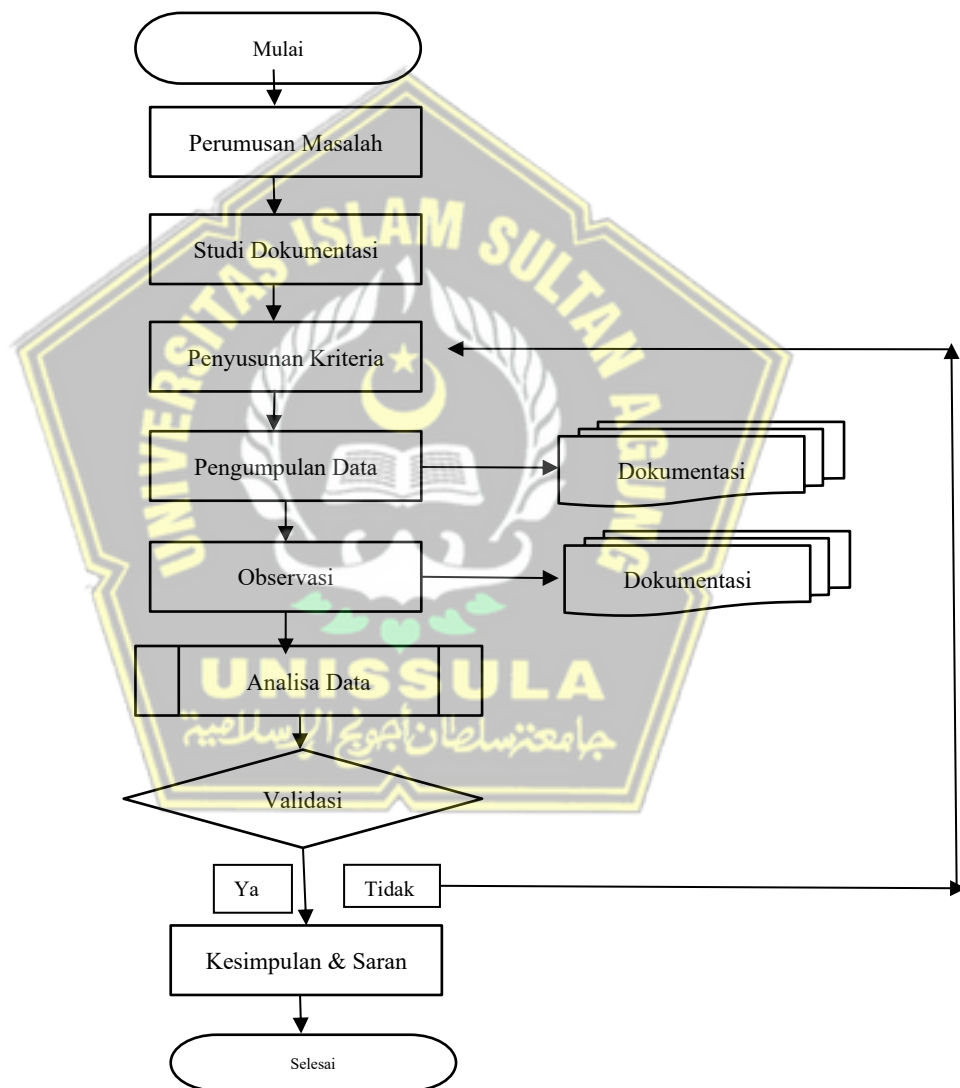
BAB III

METODE PENELITIAN/ PERANCANGAN

3.1. Alur dan Tahapan Penelitian

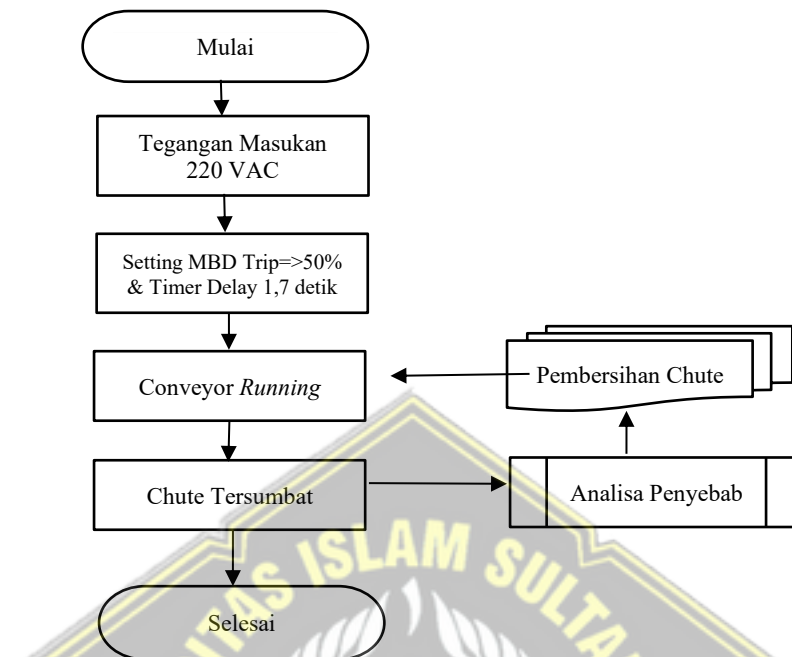
Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis deskriptif, dimana pengumpulan data menggunakan metode studi dokumentasi dan observasi.

3.1.1. Alur Penelitian



Gambar 3. 1. Alur Penelitian

3.1.2. Alur Kerja Alat



Gambar 3. 2. Alur Cara Kerja Alat

3.1.3. Tahapan Penelitian

1. Menentukan tempat penelitian
2. Menentukan data yang akan dibutuhkan
3. Mengumpulkan data – data dari peralatan. Data – data penelitian yang di kumpulkan yaitu *Coal Handling System Control & Wiring Diagrams* dan *Manual Book Gladiator Hawk* (merek sensor MBD).
4. Mengumpulkan data-data dari *Maintenance Laporan Harian maintenance*, penugasan kerja (*Work Order*) dan *Form Work Order & JSA*.
5. Menentukan permasalahan pada *Coal Handling System*.
6. Mengerucutkan permasalahan pada Chute Conveyor, yang di dapat pada Laporan Harian *maintenance*.
7. Membuat tabel permasalahan pada Chute Conveyor dari tahun 2019 hingga tahun 2024.

8. Membuat cara pemasangan sensor MBD.
9. Membuat alasan penggantian sensor lama ke sensor MBD.
10. Membuat Analisa pada kinerja sensor MBD.
11. Membuat kesimpulan dan saran

3.2. Lokasi dan Obyek Penelitian

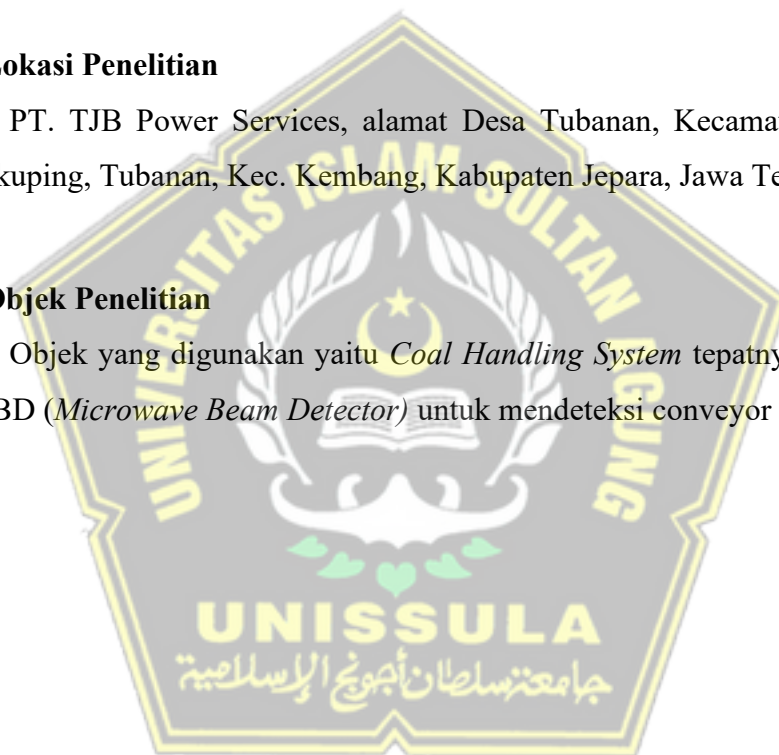
Pada penelitian ini dilakukan hanya satu lokasi, sebagai berikut :

3.2.1. Lokasi Penelitian

PT. TJB Power Services, alamat Desa Tubanan, Kecamatan Kembang, Sekuping, Tubanan, Kec. Kembang, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah 59453.

3.2.2. Objek Penelitian

Objek yang digunakan yaitu *Coal Handling System* tepatnya pada sensor MBD (*Microwave Beam Detector*) untuk mendeteksi conveyor chute.



3.3. Metode Pengumpulan Data

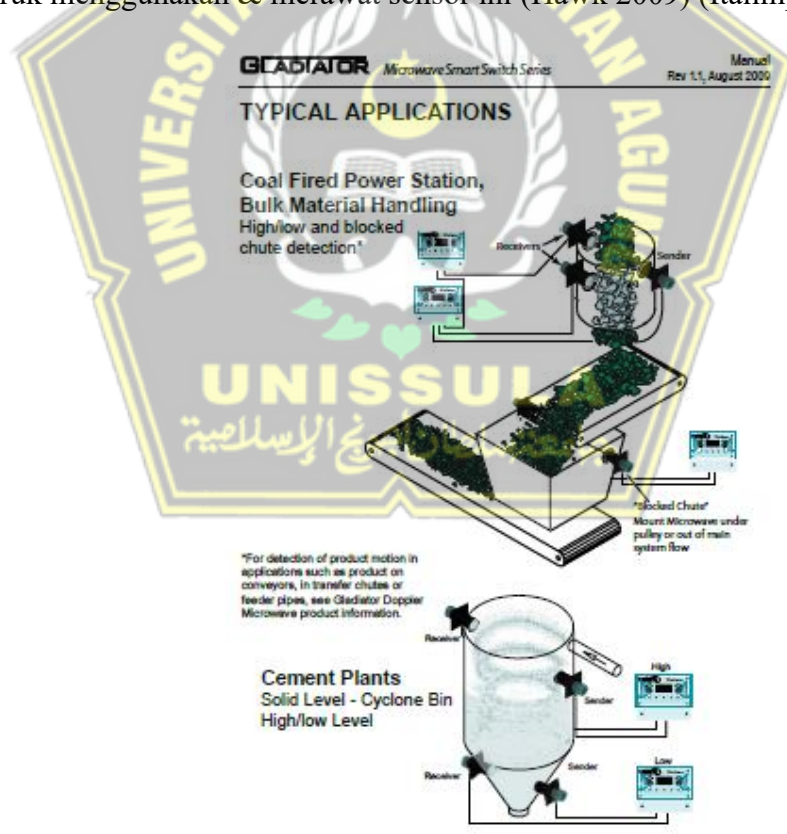
Pada penelitian ini diperlukan Metode Pengumpulan data sebagai berikut :

3.3.1. Studi Dokumentasi

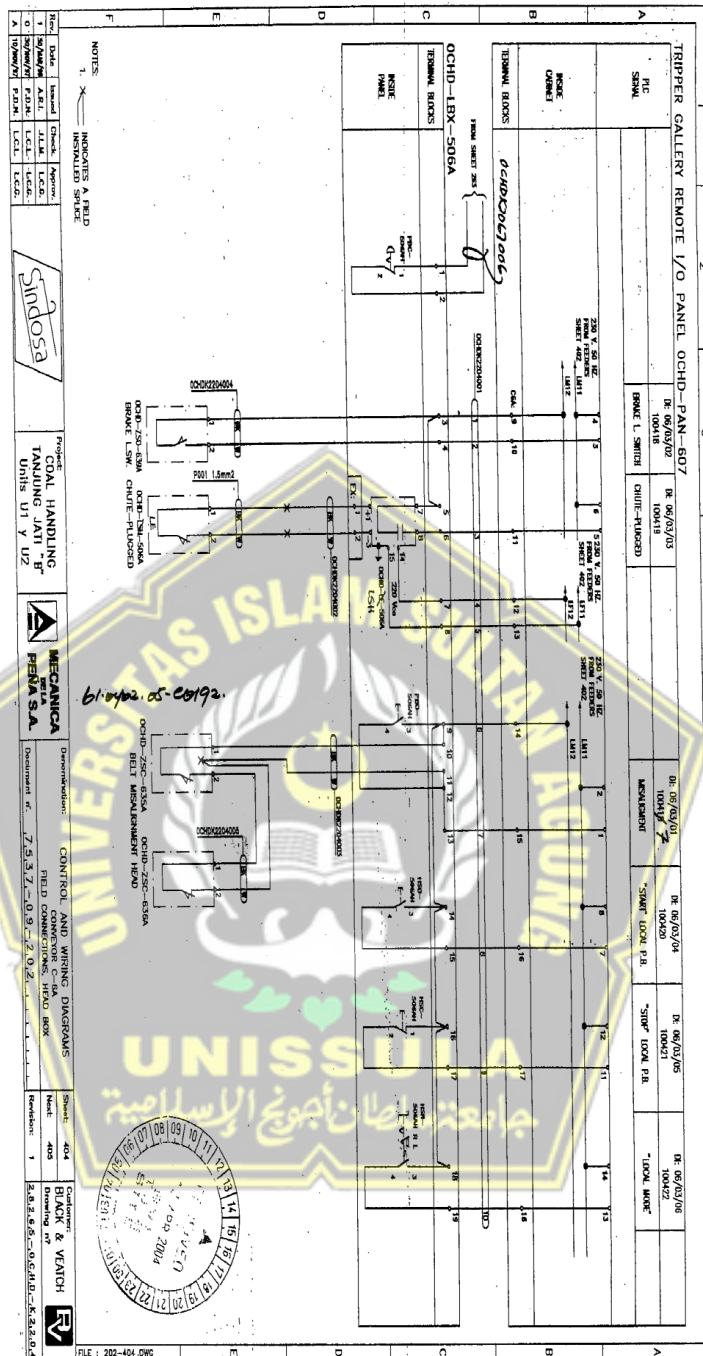
Studi Dokumentasi ini adalah untuk mendukung dan saling melengkapi hasil kegiatan observasi lapangan dan wawancara. Data yang pelajari dalam studi Dokumentasi ini diantaranya:

3.3.1.1. Desain Sistem proteksi pada *Coal Handling System*

Desain Sistem proteksi pada *Coal Handling System*, meliputi: *Coal Handling System Control & Wiring Diagrams* sebagai pedoman rangkaian kelistrikan dan *Manual Book Gladiator Hawk* / merek sensor MBD sebagai dasar instruksi unruk menggunakan & merawat sensor ini (Hawk 2009) (Italimpianti 1997).



Gambar 3. 3. *Manual Book Gladiator Hawk*



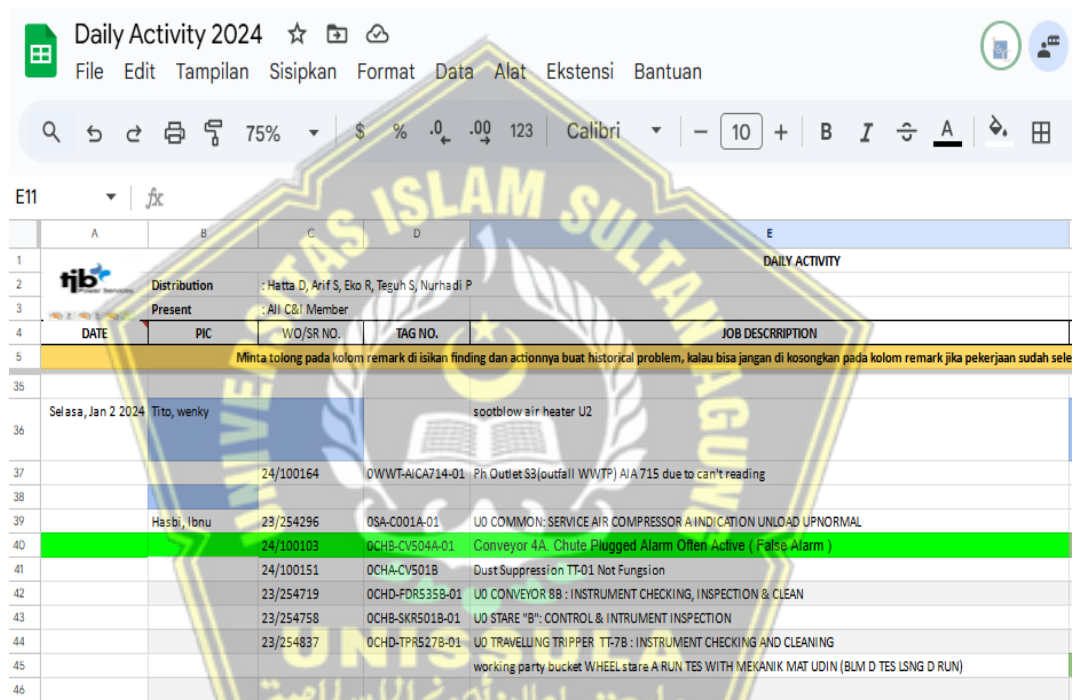
Gambar 3. 4. Coal Handling System Control & Wiring Diagram

3.3.1.2. Data Maintenance

Data maintenance peralatan pada *Coal Handling System*, meliputi :

1. Laporan Harian maintenance

Laporan ini menggunakan *Google Spreadsheet*, yang diperbarui setiap hari untuk memonitor pekerjaan. Kegiatan *meeting* setiap hari dicatat pada laporan ini.



DATE	PIC	W/O/SR NO.	TAG NO.	JOB DESCRIPTION
Minta tolong pada kolom remark di isikan finding dan actionnya buat historical problem, kalau bisa jangan di kosongkan pada kolom remark jika pekerjaan sudah selesai				
Selasa, Jan 2 2024	Tito, wenny			spotblow air heater U2
		24/100164	O'WWT-AICA714-01	Ph Outlet S3(outfall WWTP) AIA 715 due to can't reading
	Hasbi, Ibnu	23/254296	OSA-C001A-01	UO COMMON: SERVICE AIR COMPRESSOR A INDICATION UNLOAD UPNORMAL
		24/100103	OCHB-CV504A-01	Conveyor 4A. Chute Plugged Alarm Often Active (False Alarm)
		24/100151	OCHA-CV5018	Dust Suppression TF-01 Not Function
		23/254719	OCHD-FDR535B-01	UO CONVEYOR 8B : INSTRUMENT CHECKING, INSPECTION & CLEAN
		23/254758	OCHB-SKR501B-01	UO STARE "B": CONTROL & INSTRUMENT INSPECTION
		23/254837	OCHD-TPR527B-01	UO TRAVELLING TRIPPER TT-7B : INSTRUMENT CHECKING AND CLEANING
				working party bucket WHEEL stare A RUN TES WITH MEKANIK MAT UDIN (BUM D TES LSNG D RUN)

Gambar 3. 5. Contoh Laporan Harian Maintenance

2. Surat penugasan kerja (*Work Order*)

Surat ini perintah kerja dari operator kemudian diverifikasi atasan, lalu diberikan ke teknisi untuk dilakukan pekerjaan.

tjb Power Services		WORK ORDER 22/164805 U2 SE 2023 - HP TURBINE BYPASS CONTROL VALVE : FUNCTION TEST																															
Failure Notice : Work Type: TBM Sched Start: Sep 1, 2023, 7:30 AM Sched Finish: Sep 4, 2023, 4:30 PM Lead: 80213486 Target Start: Aug 5, 2023, 7:30 AM Target Finish: Sep 11, 2023, 4:30 PM Status: SCHEDULED Actual Start: Actual Finish: Parent: 22/120788 Report Date: 10/05/22 14:16:14 PM Reported By: 80220647 Priority: Failure Class: GL Account: A802C40302-6010503104																																	
Asset: 2HPB-HV001-01 // HP TURBINE BYPASS VALVE // VALVE - CONTROL, MFG: CCI AG, MODEL: DRE 160B, DRAWNO: 2-103.203.847 PM Num :																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Task ID</th> <th>Description</th> <th>Observations</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60</td> <td>CALIB : STROKE TEST AND CALIBRATION</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Task ID	Description	Observations	60	CALIB : STROKE TEST AND CALIBRATION																							
Task ID	Description	Observations																															
60	CALIB : STROKE TEST AND CALIBRATION																																
Multiple Asset <table border="1"> <thead> <tr> <th>Assetnum</th> <th>Asset Description</th> <th>Target Description</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Assetnum	Asset Description	Target Description																									
Assetnum	Asset Description	Target Description																															
Planned Labor <table border="1"> <thead> <tr> <th>Task ID</th> <th>Craft</th> <th>Skill Level</th> <th>Labor</th> <th>Qty</th> <th>Hours</th> <th>Line Cost</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>SUPVCI2</td> <td>1</td> <td>08:00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Total Planned Labor: 0.00</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Task ID	Craft	Skill Level	Labor	Qty	Hours	Line Cost				SUPVCI2	1	08:00	0.00	Total Planned Labor: 0.00													
Task ID	Craft	Skill Level	Labor	Qty	Hours	Line Cost																											
			SUPVCI2	1	08:00	0.00																											
Total Planned Labor: 0.00																																	
Planned Tools <table border="1"> <thead> <tr> <th>Task ID</th> <th>Tool</th> <th>Description</th> <th>Qty</th> <th>Hrs</th> <th>Line Cost</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>HANDY</td> <td>Tester,Driver,Spanner,Wrench/Hexagon-erench,Hammer</td> <td>1</td> <td>08:00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Total Planned Tools: 0.00</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Task ID	Tool	Description	Qty	Hrs	Line Cost		HANDY	Tester,Driver,Spanner,Wrench/Hexagon-erench,Hammer	1	08:00	0.00	Total Planned Tools: 0.00															
Task ID	Tool	Description	Qty	Hrs	Line Cost																												
	HANDY	Tester,Driver,Spanner,Wrench/Hexagon-erench,Hammer	1	08:00	0.00																												
Total Planned Tools: 0.00																																	
Failure Reporting Problem : Cause : Remedy : Engineering comment:																																	
Downtime Downtime duration of failure or repair duration Start Downtime : Stop Downtime :																																	
Actual Labor <table border="1"> <thead> <tr> <th>Task ID</th> <th>Craft</th> <th>Skill Level</th> <th>Labor</th> <th>Regular Hours</th> <th>Line Cost</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						Task ID	Craft	Skill Level	Labor	Regular Hours	Line Cost																						
Task ID	Craft	Skill Level	Labor	Regular Hours	Line Cost																												
Actual Materials <table border="1"> <thead> <tr> <th>Task ID</th> <th>Item</th> <th>Description</th> <th>Storeroom</th> <th>Qty</th> <th>Unit Cost</th> <th>Line Cost</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						Task ID	Item	Description	Storeroom	Qty	Unit Cost	Line Cost																					
Task ID	Item	Description	Storeroom	Qty	Unit Cost	Line Cost																											

05/09/2023 10:36 AM

1 / 1

Gambar 3. 6. Form Work Order

3. Form PTW (Permit To Work)

Form ini digunakan untuk ijin kerja untuk mengontrol dan mengawasi pekerjaan berisiko tinggi di lingkungan kerja, memastikan keselamatan pekerja dan meminimalkan risiko kecelakaan. PTW berfungsi sebagai izin resmi yang dikeluarkan setelah memastikan semua langkah pengamanan telah terpenuhi.

ACCESS PERMIT TO WORK

1 PTW No 2 Work Order No 3 Lock Box No 4 Location/Unit 5 Plant/Tag No 6 Plant/Tag Description 7 Work to be Done	: PTW21391 : WO20418 : 050 : Unit 1 : 11BBT10 : 11 UNIT AUXILIARY TRANSFORMER 24-11.5KV : UNIT 1 UNIT AUXILIARY TRANSFORMER 11BBT10 TRANSFORMER ANNUAL INSPECTION	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="text-align: center;">Signature Sheet</th> <th style="text-align: center;">Change of Isolation Cond.</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table>	Signature Sheet	Change of Isolation Cond.	1	1
Signature Sheet	Change of Isolation Cond.					
1	1					

8 ISOLATION POINTS APPLIED TO MAKE THE NOMINATED PLANT SAFE FOR ACCESS FOR THE DESCRIBED ABOVE

NO	TAG TYPE	PLANT/TAG NO	PLANT/TAG DESCRIPTION	ISOLATION STATE	KEY NUMBER
1	MECHANICAL	00JVO9CP001	00 DIESEL ENGINE 9 LUBE OIL PUMP ENGINE DRIVEN DISCHARGE PRESSURE TRANSMITTER 001	Lock Open	

9 Refer to MIS :

10 Warning and Instruction :

11 Issue PTW: I HEREBY ACKNOWLEDGE RECEIPT OF THIS ACCESS PTW FOR WORK IN ACCORDANCE WITH THE CONDITIONS STATED HEREON.

Recipient in Charge Name SATRYO WICAKSONO	Signed	Date/Time Oct 05, 2021 / 04:17	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="text-align: center;">Lock Number</th> </tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>	Lock Number					
Lock Number									
Issuing Officer Name EKO PUTRA ANNUR	Signed	Date/Time Oct 05, 2021 / 04:17							

12 Surrender: I STATED THAT THE WORK HAS BEEN COMPLETED AND I HAVE INFORMED TO ALL WORKING PARTY FOR PTW SURRENDER

Recipient in Charge Name	Signed	Date/Time	
Issuing Officer Name	Signed	Date/Time	

End of PTW

Gambar 3.7. Form PTW (Permit To Work)

4. Form JSA (Job Safety Analysis)

Job Safety Analysis (JSA), atau Analisis Keselamatan Kerja, adalah metode sistematis untuk mengidentifikasi bahaya dan risiko yang terkait dengan setiap langkah dalam suatu pekerjaan, serta untuk mengembangkan prosedur kerja yang aman. Tujuannya adalah untuk mencegah kecelakaan kerja dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman.

tjb
Power Services

1(3)

Job Safety Analysis (JSA)

Company Name : PT. TJBPS		Department : Maintenance	Section : Control & Instruments	WOSR number
Job Location :		Job Title :		Date of Job :
Number of Personnel :		Permit To Work Required : Yes ☒ No ☐		If Yes, Type :
Tools Required: Wrench, Multimeter		Prepared by :	Position: Technician	Date :
		Approved by : Teguh S	Position: Sr. CAI	Date :

Personal Protective Equipment Required	List of Tools to be used
Safety (Shoes, Helmet & Glasses) ☒	Multimeter
Hand Gloves ☒	Screwdriver (+) & (-)
Hearing Protection ☐	Pliers
Respiratory Protection ☐	mA Injector

Fire Extinguisher & Blanket		Safety Precautions		Weather Considered	
Drop Object		MSDS		Others:	

Sequence of Job Steps Langkah Kerja	Potential Hazards Potensi Bahaya	Potential Effects Potensi Efek	Risk Score (Before Mitigation)	Control Measures Pengendalian Bahaya	Residual Risk (After Mitigation)
Prepare PTW, tools & Material	Get Pinched	Injury	3x2=6	Using safety glove, proper PPE, apply PTW	1x1=1
Check and inspection	Electrical shock	Injury & heart attack	3x2=6	Using safety glove, proper PPE, apply PTW	1x1=1
Check and inspection electronic part.	Electrostatic issue	insignificant	1x3=3	Using electrostatic glove, proper PPE, apply PTW	1x1=1

To be signed by workers after Toolbox Talk to acknowledge their understanding of hazards and control measures of this job.

Personnel Involved									
No.	Name	Position	Company	Signature	No.	Name	Position	Company	Signature
1		Technician	TJBPS		4				
2					5				
3					6				

Gambar 3. 8. Form JSA

3.3.2. Observasi Lapangan

Observasi yang dilakukan adalah dengan melakukan pengamatan langsung ke lokasi penelitian dengan didampingi oleh petugas yang berwenang dari perusahaan. Observasi lapangan ini harus mematuhi aturan yang berlaku di perusahaan. Untuk instrumen observasi, peneliti menyiapkan Data Komponen sampai pemasangan Sensor MBD.

3.3.2.1. Alat dan Bahan

Untuk mengetahui besaran nilai dari sensor MBD, digunakan alat sebagai berikut:

1. Multimeter
2. Obeng set

Sedangkan sebelum bekerja wajib mengenakan peralatan *safety* seperti berikut :

1. Helm
2. Sepatu *safety*
3. *Earmuff*
4. Masker / Respirator



3.3.2.2. Data Komponen MBD

Komponen pada *Microwave Beam Detector* yang terpasang pada PLTU Tanjung Jati B unit 1 & 2 adalah sebagai berikut :

3.3.2.2.1. Spesifikasi *Sender*

- Merk : Gladiator *Sender*
- Type : Hawk H 3 GD T75 C
- IP rating : IP67
- Temperatur kerja : -40°C ~ 65°C
- *Maximum Distance* : 1200 meter (3937 ft)
- Tegangan Masuk : 12 – 24 VDC
- Kemiringan maks. : 30°



Gambar 3. 9 *Sender* yang terpasang pada setiap Conveyor

3.3.2.2.2. Spesifikasi *Receiver*

- Merk : Gladiator *Receiver*
- Type : Hawk H 3 GD T75 C
- IP rating : IP67
- Temperatur kerja : $-40^{\circ}\text{C} \sim 65^{\circ}\text{C}$
- *Maximum Distance* : 1200 meter (3937 ft)
- Tegangan Masuk : 12 – 24 VDC
- *Voltage Signal* : 0 (no signal) – 2,4 V (*Full Signal*)
- Kemiringan maks. : 30°



Gambar 3. 10. *Receiver* yang terpasang pada setiap Conveyor

3.3.2.2.3. Spesifikasi Unit Kontrol

- Merk : Gladiator Amplifier
- Type : GSASUSA22
- IP rating : IP67
- Temperatur kerja : -40°C ~ 65°C
- Frekuensi : 10,5 GHz
- Tegangan Masuk : 220 VAC
- Polaritas : *Circular transmission polarity*



Gambar 3. 11. Unit kontrol yang terpasang pada setiap Conveyor

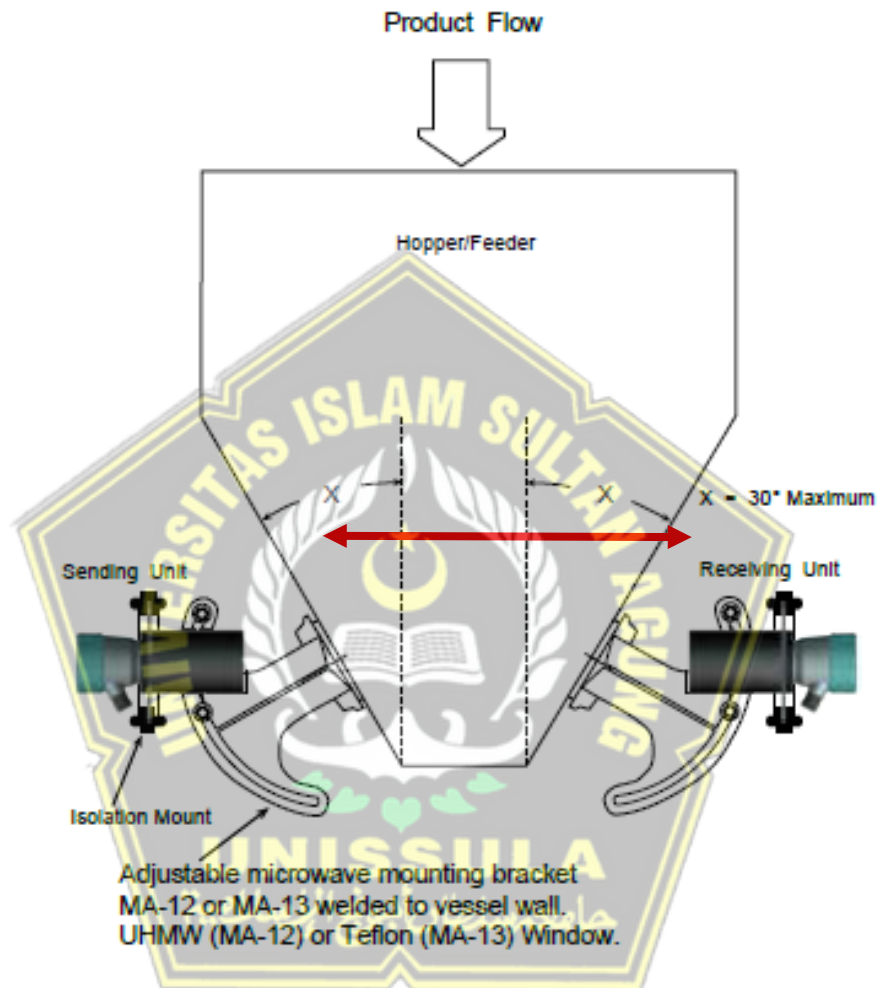
3.3.2.3. Pemasangan MBD pada Chute

Pada dinding chute harus dilubangi menggunakan gerinda untuk memasang teflon, karena bahan tersebut dapat menyalurkan gelombang dengan baik daripada bahan besi/*stainless*. Pemasangan pada dinding Chute Sensor Pengirim/*Sender* harus berseberangan dengan Sensor Penerima/*Receiver*, sedangkan unit kontrol dipasang pada tempat yang mudah dijangkau.



Gambar 3. 12. Instalasi MBD

Untuk besi penyangga dari *Sender & Receiver* dapat diatur kemiringannya maksimal 30 derajat, supaya *Sender & Receiver* segaris lurus agar gelombang yang dipancarkan dapat ditangkap dengan baik.



Gambar 3. 13. Pemasangan *Sender & Receiver* yang segaris pada *Chute*

Sensor MBD sudah dipasang pada 5 Conveyor berikut ini :

3.3.2.3.1. Pemasangan MBD pada Chute Conveyor 8A

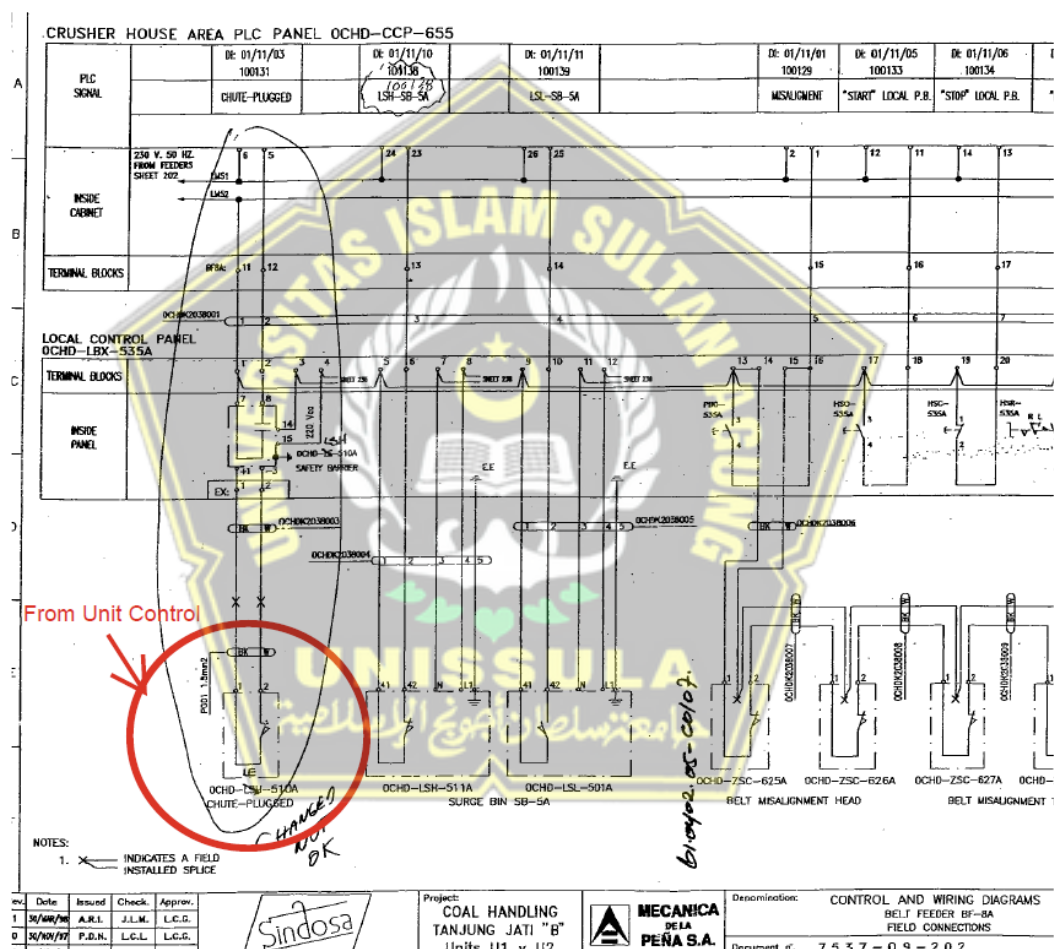
Pada Conveyor 8A Pemasangan MBD dilakukan pada tanggal 24 Oktober 2022 dengan melubangi chute untuk memasang teflon pada dinding Chute dan besi penyangga untuk *Sender & Receiver*.



Gambar 3. 14. Proses Pemasangan MBD Conveyor 8A

Relay dari Unit Kontrol mengirim masukan NC (*Normally Close*) pada PLC, artinya jika sensor mendeteksi ada penumpukan batubara pada chute maka relay tersebut menjadi NO (*Normally Open*) yang diproses pada Logic PLC untuk menghentikan Conveyor 8A.

Koneksi *output* dari *Unit Control* MBD ke *local panel* 0CHD-LBX-535A (Conveyor 8A), pada terminal nomor 1 & 2 (Black & Veatch 2005).



Gambar 3.15. *Wiring Diagram* PLC Conveyor 8A

3.3.2.3.2. Pemasangan MBD pada Chute Conveyor 8B

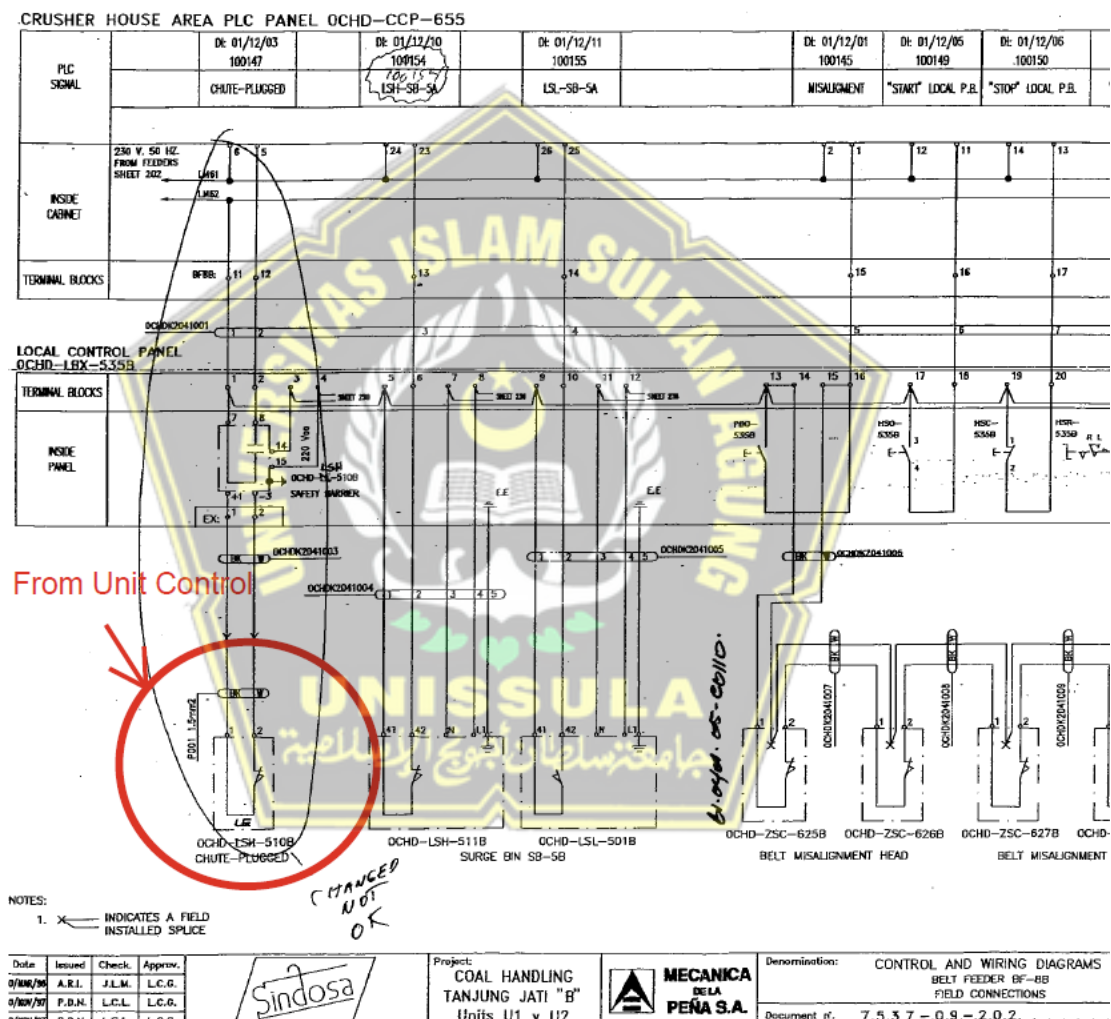
Pada Conveyor 8A Pemasangan MBD dilakukan pada tanggal 24 Oktober 2022 dengan melubangi chute untuk memasang teflon pada dinding Chute dan besi penyangga untuk *Sender & Receiver*.



Gambar 3. 16. Proses Pemasangan MBD Conveyor 8B

Relay dari Unit Kontrol mengirim masukan NC (*Normally Close*) pada PLC, artinya jika sensor mendeteksi ada penumpukan batubara pada chute maka relay tersebut menjadi NO (*Normally Open*) yang diproses pada Logic PLC untuk menghentikan Conveyor 8B.

Koneksi *output* dari Unit Control MBD ke *local panel* 0CHD-LBX-535B (Conveyor 8B), pada terminal nomor 1 & 2 (Black & Veatch 2005).



Gambar 3. 17. Wiring Diagram PLC Conveyor 8B

3.3.2.3.3. Pemasangan MBD pada Chute Conveyor 6A

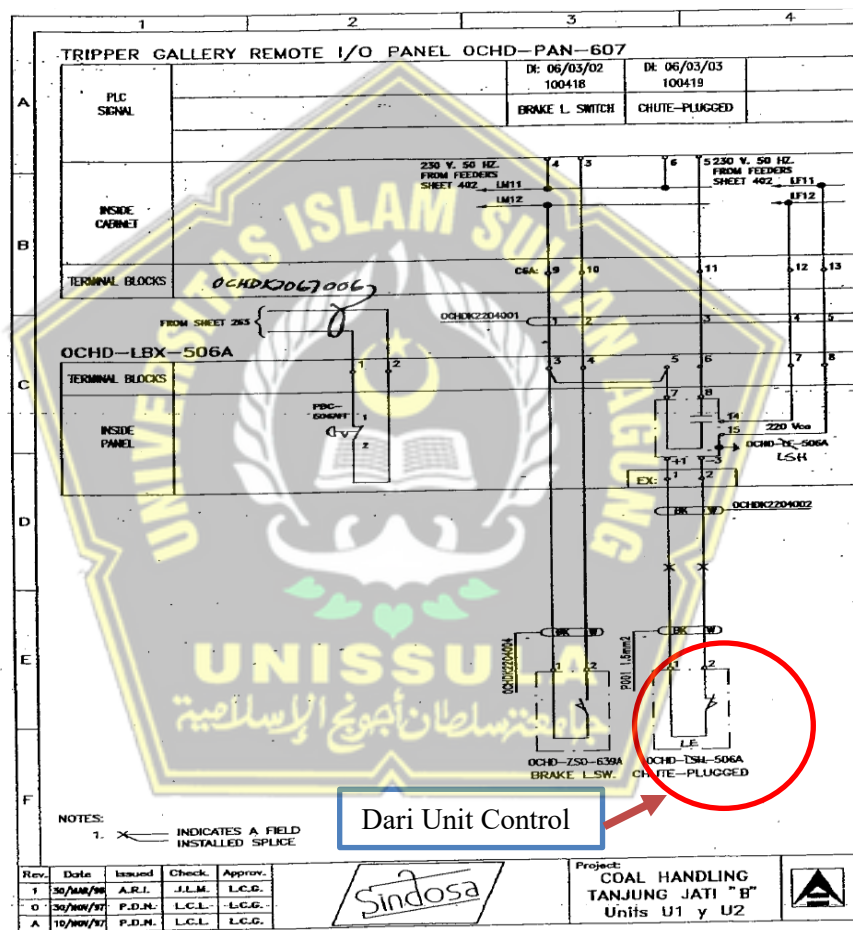
Pada Conveyor 6A Pemasangan MBD dilakukan pada tanggal 26 Oktober 2022 dengan melubangi chute untuk memasang teflon pada dinding Chute dan besi penyangga untuk *Sender & Receiver*.



Gambar 3. 18. Pemasangan MBD Conveyor 6A

Relay dari Unit Kontrol mengirim masukan NC (*Normally Close*) pada PLC, artinya jika sensor mendeteksi ada penumpukan batubara pada chute maka relay tersebut menjadi NO (*Normally Open*) yang diproses pada Logic PLC untuk menghentikan Conveyor 6A.

Koneksi *output* dari *Unit Control* MBD ke *local panel* 0CHD-LBX-506A (Conveyor 6A), pada terminal nomor 5 & 6 (Black & Veatch 2005).



Gambar 3. 19. Wiring Diagram PLC Conveyor 6A

3.3.2.3.4. Pemasangan MBD pada Chute Conveyor 6B

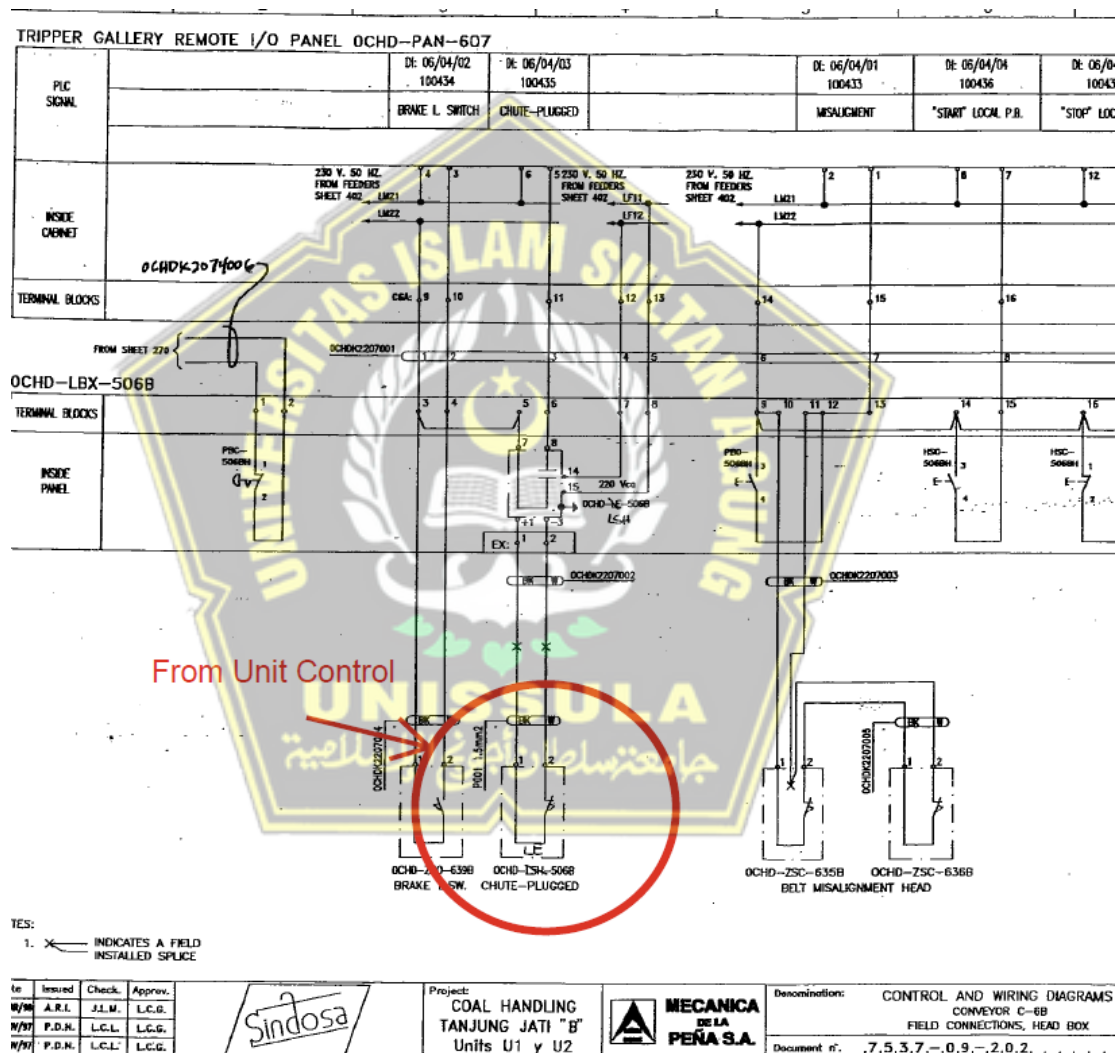
Pada Conveyor 6B Pemasangan MBD dilakukan pada tanggal 26 Oktober 2022 dengan melubangi chute untuk memasang teflon pada dinding Chute dan besi penyangga untuk *Sender & Receiver*.



Gambar 3. 20. Proses Pemasangan MBD Conveyor 6B

Relay dari Unit Kontrol mengirim masukan NC (*Normally Close*) pada PLC, artinya jika sensor mendeteksi ada penumpukan batubara pada chute maka relay tersebut menjadi NO (*Normally Open*) yang diproses pada Logic PLC untuk menghentikan Conveyor 6B.

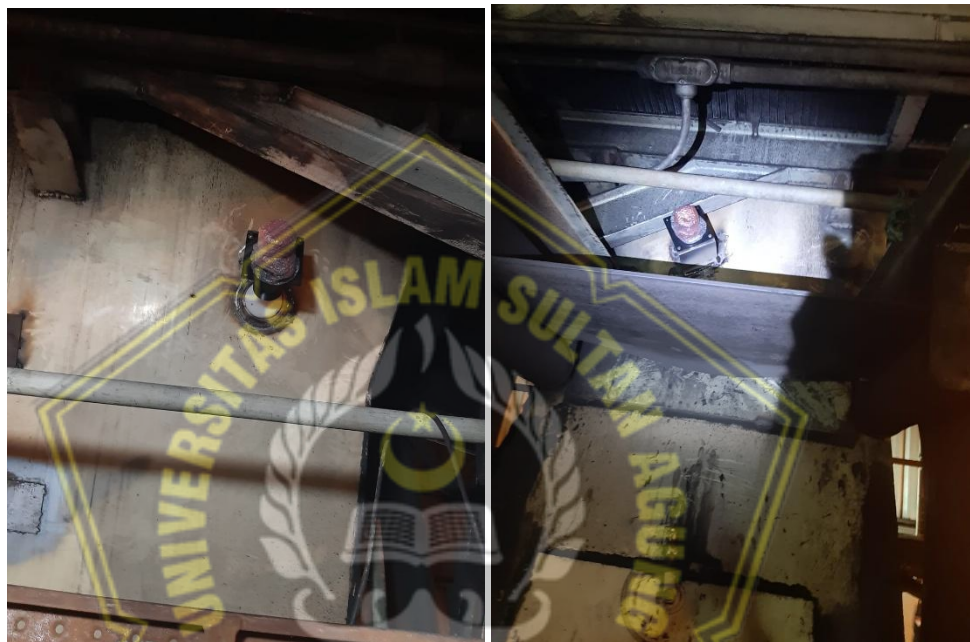
Koneksi *output* dari *Unit Control* MBD ke *local panel* 0CHD-LBX-506B (Conveyor 6B), pada terminal nomor 5 & 6 (Black & Veatch 2005).



Gambar 3. 21. *Wiring Diagram* PLC Conveyor 6B

3.3.2.3.5. Pemasangan MBD pada Chute Tripper 7A

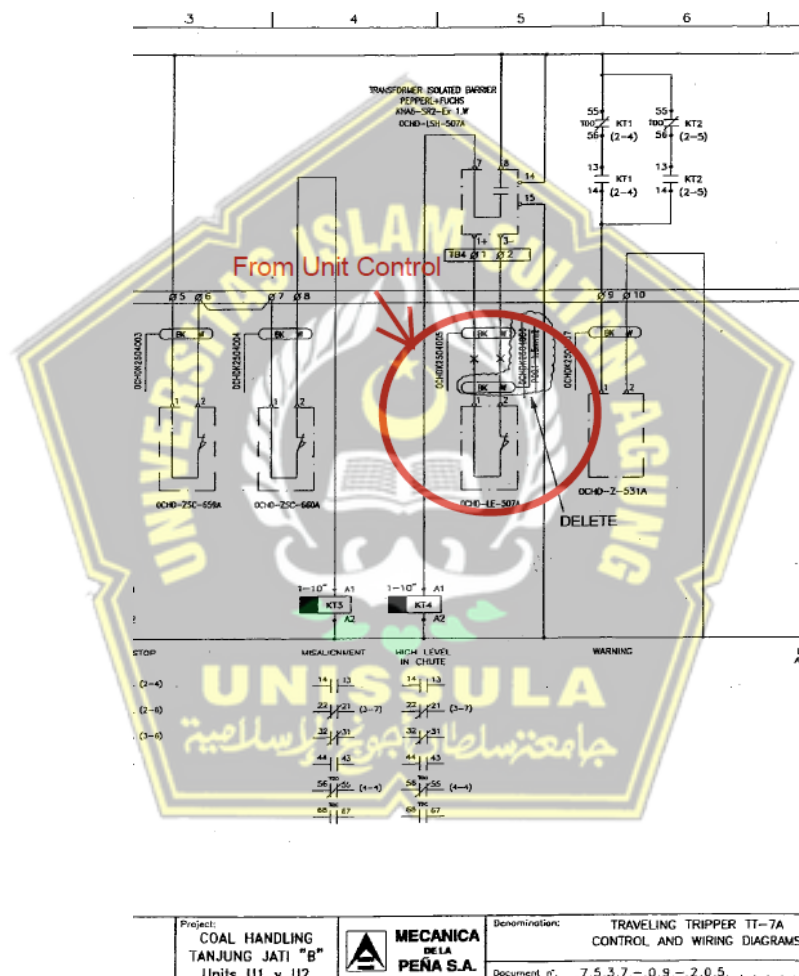
Pada Conveyor Tripper 7A Pemasangan MBD dilakukan pada tanggal 29 Oktober 2022 dengan melubangi chute untuk memasang teflon pada dinding Chute dan besi penyangga untuk *Sender & Receiver*.



Gambar 3. 22. Proses Pemasangan MBD Tripper 7A

Relay dari Unit Kontrol mengirim masukan NC (*Normally Close*) pada PLC, artinya jika sensor mendeteksi ada penumpukan batubara pada chute maka relay tersebut menjadi NO (*Normally Open*) maka mengaktifkan relay KT4, lalu diproses pada Logic PLC untuk menghentikan Conveyor 7A.

Koneksi *output* dari *Unit Control* MBD ke *local panel* 0CHD-CAB-527A (*Tripper 7A*), pada terminal nomor 1 & 2 (Black & Veatch 2005).



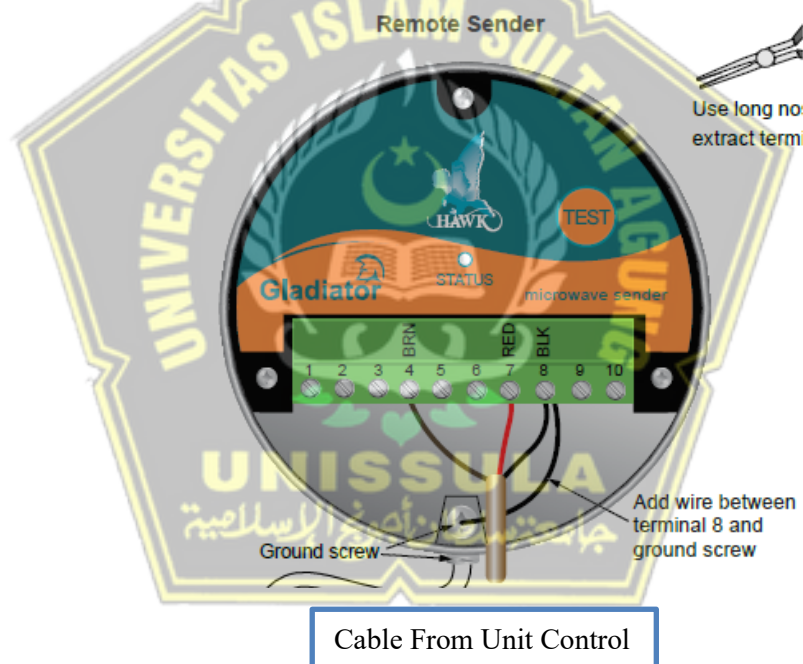
Gambar 3. 23. Wiring Diagram PLC Tripper 7A

3.3.2.4. Instalasi Pada sensor MBD

Pentingnya instalasi pada setiap peralatan MBD untuk memastikan fungsinya bekerja, dijelaskan sebagai berikut :

3.3.2.4.1. Instalasi *Sender*

Instalasi pada *Sender* yaitu pada terminal no. 7(Kabel Merah) & 8 (Kabel Hitam) sebagai masukan tegangan 12-24 VDC dari Unit Kontrol. Terminal 8/Kabel hitam harus disambung dengan *grounding*. Kabel *grounding* ini harus memiliki ukuran yang lebih besar karena masuk juga ke Amplifier Unit Kontrol. Pada *Sender* terminal no 1,2,3,4,5,6 tidak digunakan.



SENDER TERMINAL LAYOUT

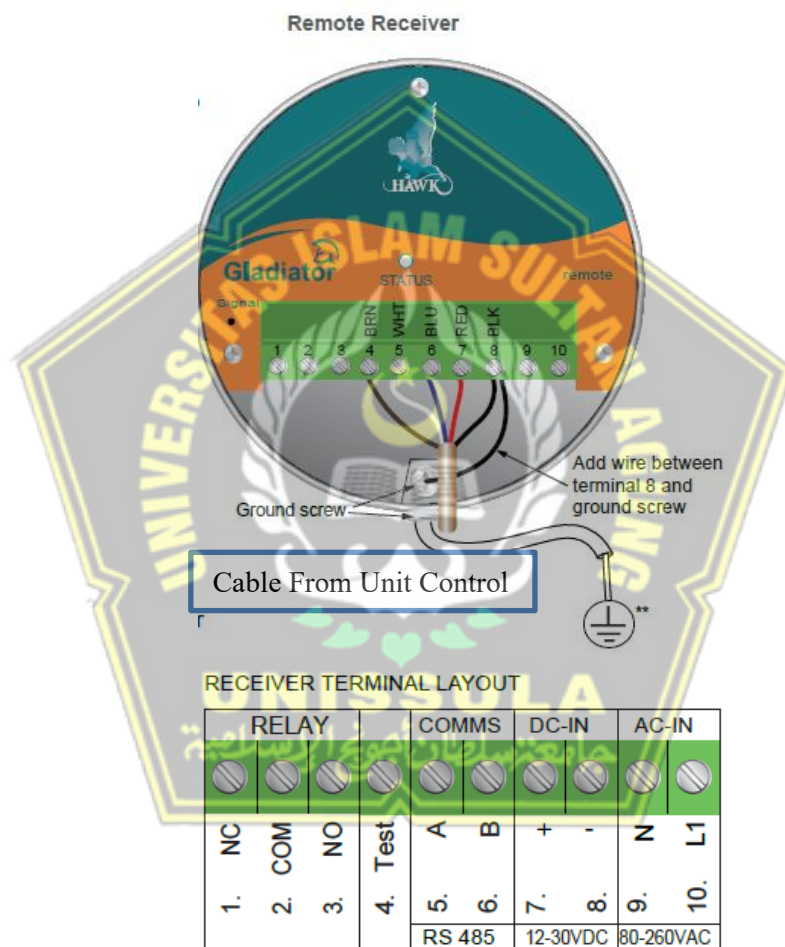
				DC-IN				AC-IN	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
						+	-	N	L1
						12-30VDC		80-260VAC	

Terminals 1, 2, 3, 4, 5, 6 not used

Gambar 3. 24. Instalasi & *Wiring Diagram* pada *Sender*

3.3.2.4.2. Instalasi Receiver

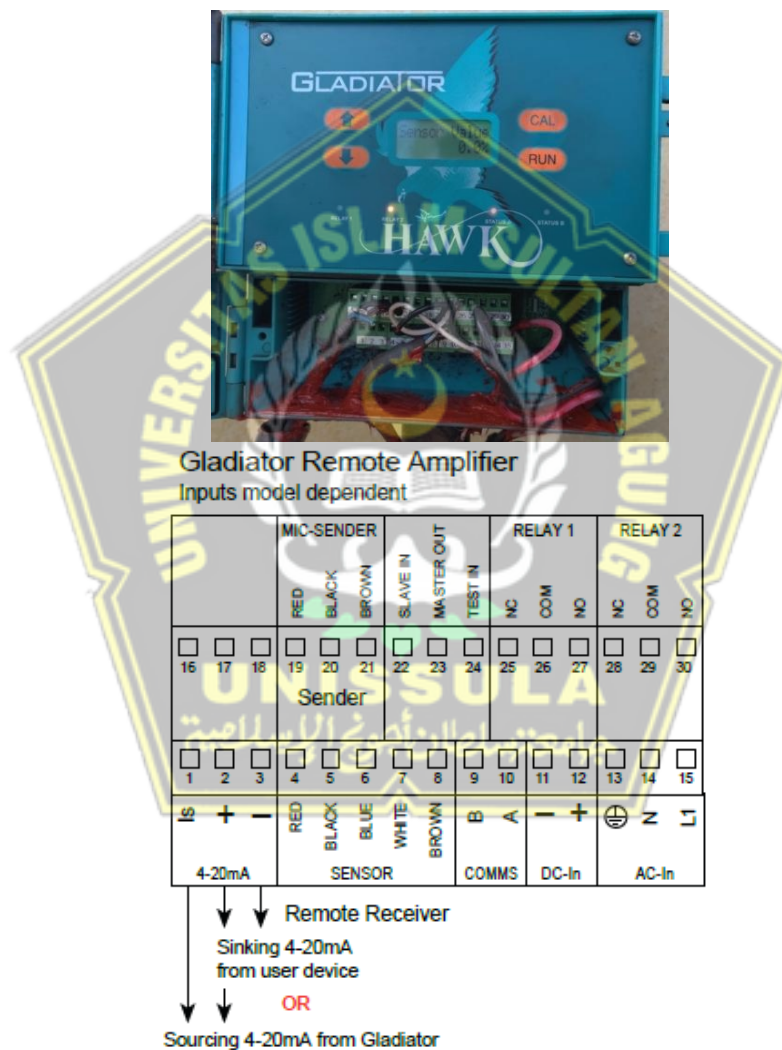
Koneksi pada *Receiver* yaitu pada terminal no. 8 (Kabel Hitam) & 7(Kabel Merah) sebagai masukan tegangan 12-24 VDC. Kabel *grounding* ini harus memiliki ukuran yang lebih besar karena masuk juga ke Amplifier Unit Kontrol. Terminal no. 5(Kabel Putih) & 6(Kabel Biru) sebagai komunikasi. Terminal no. 4 sebagai Test sinyal relay yang ditekan dari *Sender*.



Gambar 3. 25. Instalasi & Wiring Diagram pada Receiver

3.3.2.4.3. Instalasi Unit Kontrol

Instalasi pada unit kontrol yaitu pada terminal no. 14&15 sebagai sumber tegangan 220 VAC. Terminal no. 19(Merah), 20(Hitam), 21(Coklat) mengirim tegangan 12-24 VDC ke *Sender*. Terminal no. 4(Merah), 5(Hitam), 6(Biru), 7(Putih), 8(Coklat) mengirim tegangan 12-24 VDC dan Komunikasi menuju ke *Receiver*. Terminal no. 25&26 adalah keluaran dari Relay 1 Unit Kontrol yang menuju ke PLC dengan NC (*Normally Close*).



Gambar 3. 26. Instalasi & *Wiring Diagram* pada Unit Kontrol

Terdapat beberapa pilihan menu untuk melihat kinerja dari sensor MBD, yaitu :

1. *Sensor Value* : Nilai sensor menunjukkan jumlah sinyal yang terblokir dari 0-100%. Ada beberapa kondisi, antara lain :
 - 0% adalah sinyal penuh.
 - 100% adalah terhalang total.
2. *Gain/Penguatan* : Persentase Penguatan yang diterapkan setelah kalibrasi (0-100%). Nilai yang tinggi menunjukkan kemungkinan perlunya inspeksi aplikasi atau pembersihan/perawatan.
3. *Voltage Signal*: Kekuatan Sinyal yang diterima *Receiver*, Nilai ini sebanding dengan % Nilai Sensor. Ada beberapa kondisi, antara lain :
 - 0V = Nilai Sensor 100%. (Tidak Ada Sinyal) artinya Chute sudah tertutup batubara.
 - 1V = Nilai Sensor 50%. (Sinyal Setengah) artinya Chute mulai terhalang batubara.
 - 2.0V = Nilai Sensor 0%. (Sinyal Penuh) artinya Chute Kosong
 - 2.0V~2.5V = Nilai Sensor 0% (Sinyal Penuh) artinya Chute Kosong
4. *Noise* : Hambatan pada lingkungan sekitar.

Pengaturan yang digunakan pada setiap unit kontrol sensor MBD, sebagai berikut :

Tabel 3. 1. Pengaturan Sensor *Microwave Beam Detector*

Pengaturan	Nilai
SW On (<i>Setting Trip contact On</i>)	<i>Above 50 %</i>
SW Off (<i>Setting Trip contact Off</i>)	<i>Below 25%</i>
Trip Delay (Jeda Trip)	<i>1.73 second</i>
Fail-safe (Jika Tegangan Masukan Hilang)	Low



3.4. Metode Analisis

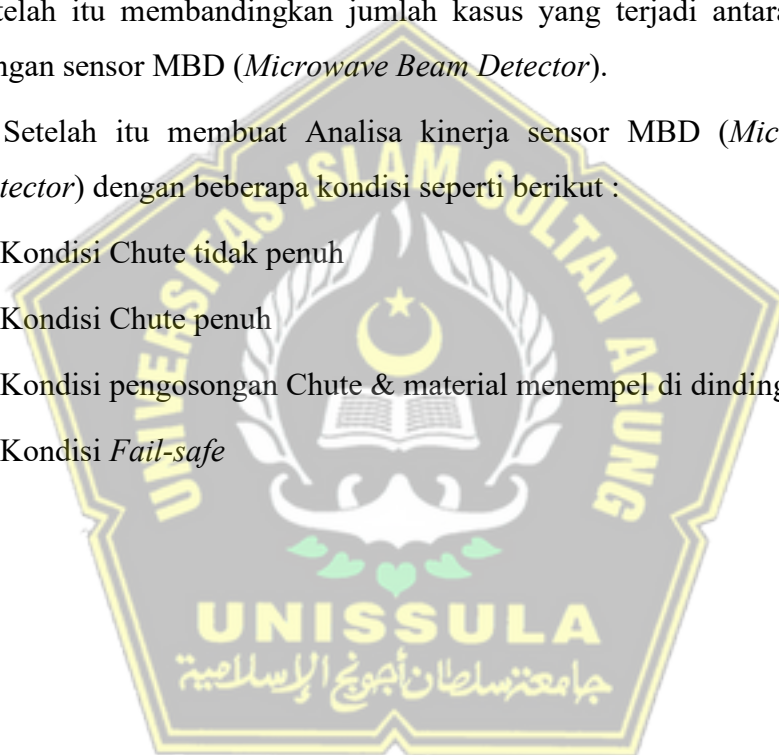
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan Metode Analisis Data Kualitatif yang diperoleh dengan cara analisa data dan melakukan pengukuran yang dijelaskan adalah sebagai berikut :

3.4.1. Metode Analisa Data

Metode analisa yang digunakan yaitu penyusunan Tabel jumlah kasus tentang yang disebabkan permasalahan pada chute pada semua conveyor. Setelah itu membandingkan jumlah kasus yang terjadi antara sensor lama dengan sensor MBD (*Microwave Beam Detector*).

Setelah itu membuat Analisa kinerja sensor MBD (*Microwave Beam Detector*) dengan beberapa kondisi seperti berikut :

1. Kondisi Chute tidak penuh
2. Kondisi Chute penuh
3. Kondisi pengosongan Chute & material menempel di dinding chute.
4. Kondisi *Fail-safe*

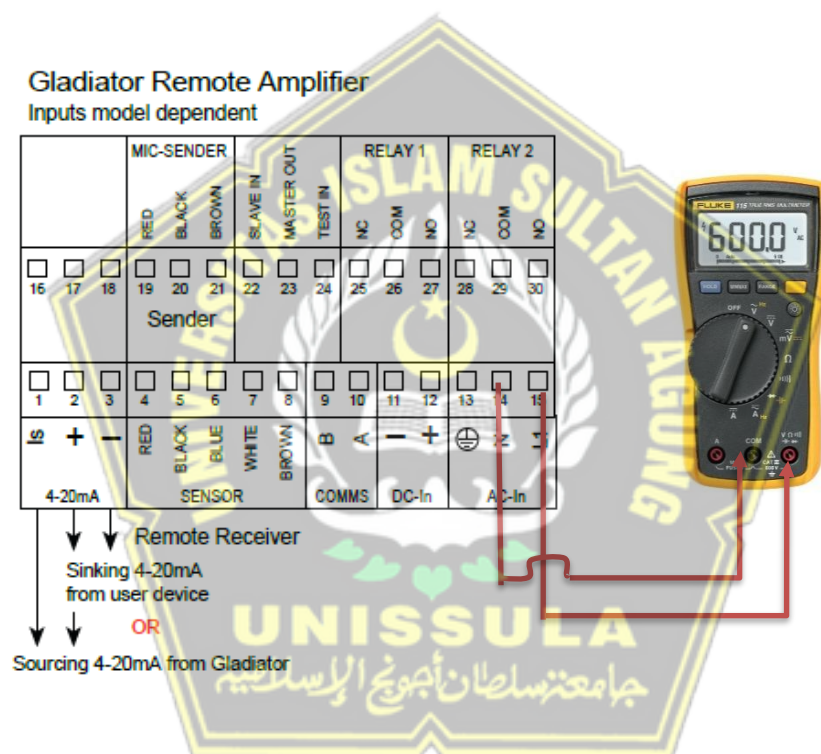


3.4.2. Metode Pengukuran

Metode Pengukuran pada Tugas Akhir ini mengacu pada hasil tegangan dari *Sender*, *Receiver* & Unit Kontrol, yang dijelaskan sebagai berikut :

3.4.2.1. Mengukur tegangan masukan

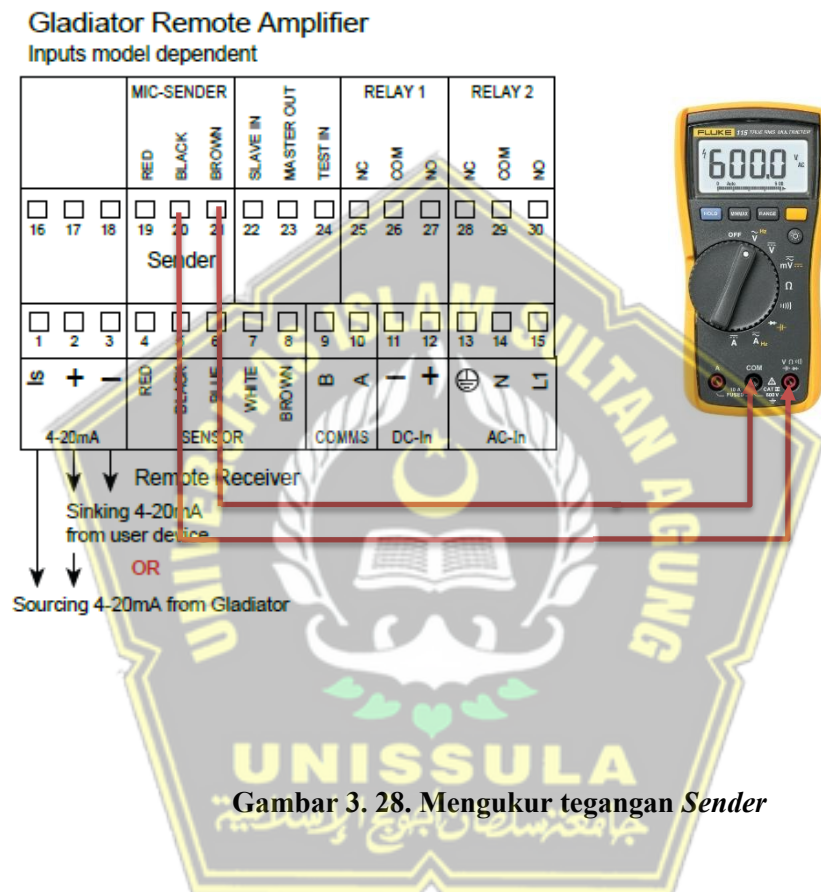
Dengan menggunakan multimeter ukur terminal no. 14 & 15 pada Unit Kontrol untuk mendapatkan tegangan masukan.



Gambar 3. 27. Mengukur tegangan masukan

3.4.2.2. Mengukur tegangan *Sender*

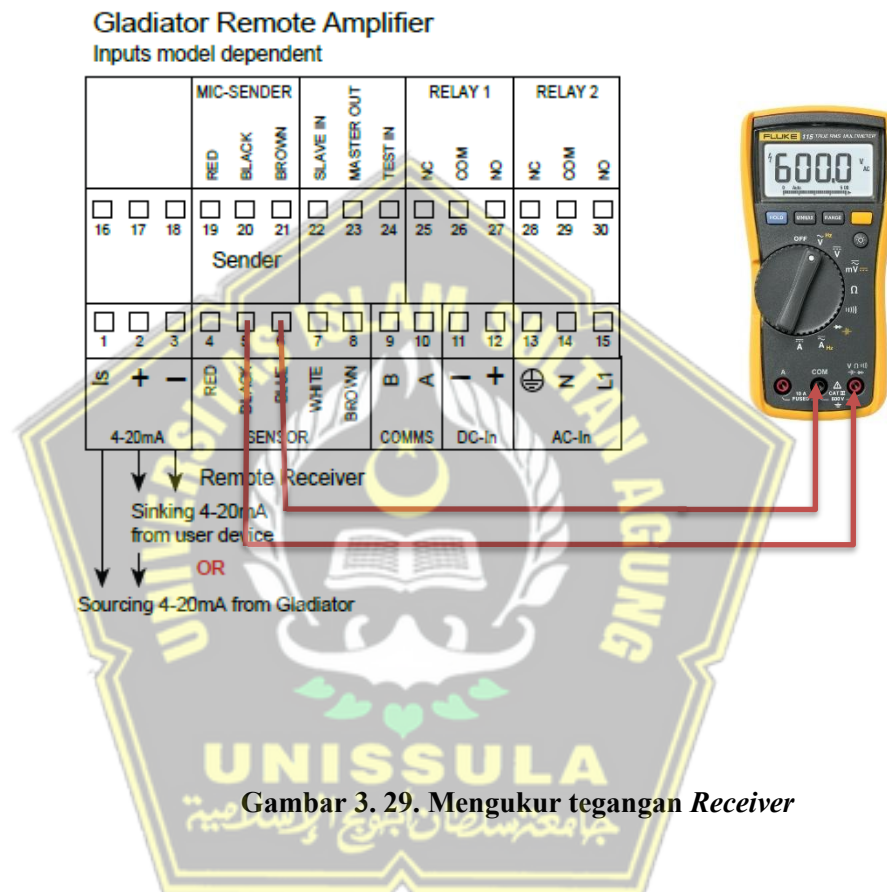
Dengan menggunakan multimeter ukur terminal no. 20 & 21 pada Unit Kontrol untuk mendapatkan tegangan *Sender*.



Gambar 3. 28. Mengukur tegangan *Sender*

3.4.2.3. Mengukur tegangan *Receiver*

Dengan menggunakan multimeter ukur terminal no. 5 & 6 pada Unit Kontrol untuk mendapatkan tegangan *receiver*.



Gambar 3.29. Mengukur tegangan *Receiver*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengamatan

Hasil Pengamatan Chute Conveyor setelah pemasangan sensor MBD untuk mengetahui kinerja dari sensor ini dirangkum pada Tabel 4.1, sebagai berikut :

Tabel 4. 1. Hasil Pengamatan Sensor MBD

No.	Conveyor	Tanggal Pengamatan	Kondisi Sensor MBD
1	Conveyor 6A	18 April 2025	Sensor <i>Value</i> terbaca 0%, chute kondisi bersih.
2	Conveyor 6B	18 April 2025	Sensor <i>Value</i> terbaca 0%, chute kondisi bersih.
3	Conveyor 8A	17 April 2025	Sensor <i>Value</i> terbaca 50%, karena batubara basah menempel di dinding chute.
4	Conveyor 8B	17 April 2025	Sensor <i>Value</i> terbaca 50%, karena batubara basah menempel di dinding chute.
5	<i>Tripper 7A</i>	9 April 2025	Alarm, Sensor <i>Value</i> terbaca 100%, ada masalah pada sensor <i>Sender / Receiver</i> . Masih masa garansi.

4.1.1. Studi Kasus Sensor Chute *Plug* pada Conveyor

Berikut ini Data Kasus yang terjadi pada Chute Conveyor dari tahun 2019 hingga 2024 yang dikumpulkan dari Laporan Pemeliharaan, dirangkum pada tabel berikut:

Tabel 4. 2. Studi Kasus Chute Plug Conveyor

Tahun	Jumlah Kasus per Tahun	Chute Conveyor	Jenis Sensor Chute	Jumlah Kejadian	Keterangan
2019	8	Conveyor 4B	Sensor Lama (<i>Tilt Switch</i>)	1	<i>Tilt Switch</i> Tidak respons
		Conveyor 5A	Sensor Lama (<i>Tilt Switch</i>)	1	<i>Tilt Switch</i> Tidak respons
		Conveyor 6B	Sensor Lama (<i>Tilt Switch</i>)	2	<i>Tilt Switch</i> Tidak respons & Koneksi longgar
		Conveyor 8A	Sensor Lama (<i>Tilt Switch</i>)	1	<i>Tilt Switch</i> Tidak respons
		Conveyor 8B	Sensor Lama (<i>Tilt Switch</i>)	1	<i>Tilt Switch</i> Tidak respons
		<i>Tripper 7A</i>	Sensor Lama (<i>Tilt Switch</i>)	1	<i>Tilt Switch</i> Tidak respons
		<i>Crusher B</i>	Sensor Lama (<i>Tilt Switch</i>)	1	Kabel <i>Tilt Switch</i> Putus di chute
2020	20	Conveyor 4A	Sensor Lama (<i>Tilt Switch</i>)	2	<i>Tilt Switch</i> Tidak respons
		Conveyor 4B	Sensor Lama (<i>Tilt Switch</i>)	2	<i>Tilt Switch</i> Tidak respons

		Conveyor 5A	Sensor Lama (Tilt Switch)	1	<i>Tilt Switch</i> Tidak respons
		Conveyor 6A	Sensor Lama (Tilt Switch)	1	<i>Tilt Switch</i> Tidak respons
		Conveyor 6B	Sensor Lama (Tilt Switch)	5	<i>Tilt Switch</i> Tidak respons
		Conveyor 8B	Sensor Lama (Tilt Switch)	1	<i>Tilt Switch</i> Tidak respons
		<i>Crusher A</i>	Sensor Lama (Tilt Switch)	1	Kabel <i>Tilt Switch</i> Putus di dalam chute
		<i>Crusher B</i>	Sensor Lama (Tilt Switch)	1	Kabel <i>Tilt Switch</i> Putus di dalam chute
		<i>Tripper 7A</i>	Sensor Lama (Tilt Switch)	1	<i>Tilt Switch</i> Tidak respons
		<i>Tripper 7B</i>	Sensor Lama (Tilt Switch)	3	<i>Tilt Switch</i> Tidak respons
		<i>Vibrating Screen A</i>	Sensor Lama (Tilt Switch)	2	Kabel <i>Tilt Switch</i> terbakar di dalam chute
2021	Tidak ada Data				
2022	12	Conveyor 4A	Sensor Lama (Tilt Switch)	1	<i>Tilt Switch</i> Tidak respons

		Conveyor 4B	Sensor Lama (Tilt Switch)	2	Tilt Switch Tidak respons
		Conveyor 6A	Sensor Lama (Tilt Switch)	1	Tilt Switch rusak & November 2022 diganti sensor MBD
		Conveyor 6B	Sensor Lama (Tilt Switch)	1	
		Conveyor 8A	Sensor Lama (Tilt Switch)	0	
		Conveyor 8B	Sensor Lama (Tilt Switch)	1	
		Tripper 7A	Sensor Lama (Tilt Switch)	1	
		Crusher B	Sensor Lama (Tilt Switch)	2	Kabel Tilt Switch terbakar di dalam chute
		Tripper 7B	Sensor Lama (Tilt Switch)	1	Tilt Switch Tidak respons
		Vibrating Screen B	Sensor Lama (Tilt Switch)	2	Tilt Switch Tidak respons
2023	13	Conveyor 1B	Sensor Lama (Tilt Switch)	1	Tilt Switch Tidak respons
		Conveyor 4B	Sensor Lama (Tilt Switch)	3	Tilt Switch Tidak respons & koneksi

					longgar.
		Conveyor 5A	Sensor Lama (<i>Tilt Switch</i>)	1	<i>Tilt Switch</i> Tidak respons
		<i>Tripper 7A</i>	Sensor Baru (MBD)	1	Belum selesai <i>comissioning</i>
		<i>Crusher B</i>	Sensor Lama (<i>Tilt Switch</i>)	2	<i>Tilt Switch</i> Tidak respons
		<i>Vibrating Screen A</i>	Sensor Lama (<i>Tilt Switch</i>)	3	<i>Tilt Switch</i> rusak
		<i>Vibrating Screen B</i>	Sensor Lama (<i>Tilt Switch</i>)	2	<i>Tilt Switch</i> Tidak respons
2024	8	Conveyor 4A	Sensor Lama (<i>Tilt Switch</i>)	5	Sensor Tidak respons, Perlu reposisi Sensor.
		Conveyor 5A	Sensor Lama (<i>Tilt Switch</i>)	1	Sensor Tidak respons
		<i>Tripper 7A</i>	Sensor Baru (MBD)	1	Belum selesai <i>comissioning</i>
		<i>Vibrating Screen B</i>	Sensor Lama (<i>Tilt Switch</i>)	1	Kabel Sensor Putus di dalam chute

Pada tahun 2019-2022 terjadi banyak kasus hanya pada chute conveyor yang masih menggunakan sensor lama (*tilt switch*), dikarenakan banyak hal seperti kabel putus/terbakar, ujung sensor rusak, hingga paling sering Sensor tidak merespons karena sudah terjadi penumpukan tetapi sinyal sensor terlambat untuk menghentikan conveyor.

Pada bulan November 2022 dilakukan penggantian sensor lama (*tilt switch*) diganti dengan menggunakan MBD (*Microwave Beam Detector*) yaitu Conveyor 8A&B, Conveyor 6A&6B, dan Tripper 7A. Hasilnya belum ada masalah lagi pada conveyor yang sudah diganti menggunakan MBD, kecuali MBD pada Tripper 7A karena

comissioning belum selesai.

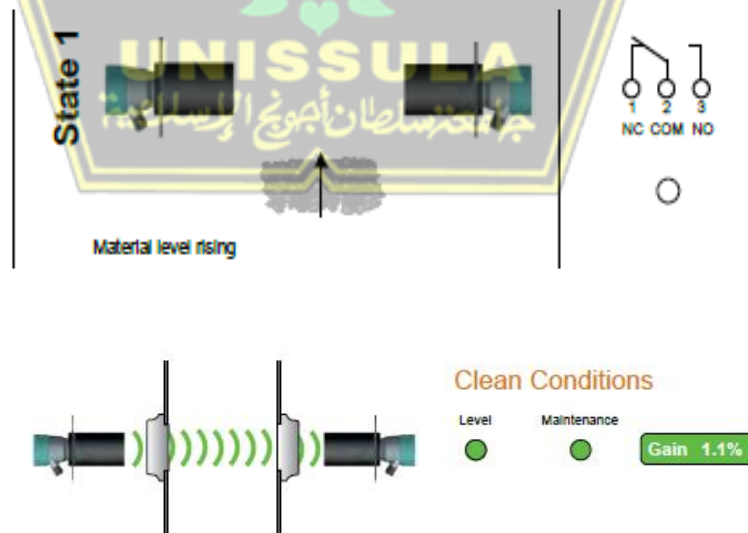
4.2. Hasil Pengukuran

Setelah melalui semua metode tahap penelitian, didapatkan hasil Pengukuran sebagai berikut :

4.2.1. Kondisi Chute normal / tidak penuh

Pada saat normal operasi yaitu chute tidak penuh, maka indikatornya sebagai berikut :

- Relay ke PLC pada unit control posisinya NC (*Normally Closed*) seperti pada Gambar 4.1.
- *Gain* / Penguatan sinyal terbaca 1.1 %
- *Sensor Value* / Level penumpukan terbaca 0 % seperti pada Gambar 4.4.
- *Voltage signal* terbaca 2.4 VDC
- Lampu indikator sensor *Receiver* keduanya berwarna hijau seperti pada Gambar 4.1.
- Hasil pengukuran tegangan *Sender* 14,69 VDC seperti pada Gambar 4.2.
- Hasil pengukuran tegangan *Receiver* 9,49 VDC seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 1 Relay MBD Kondisi Chute tidak penuh



Gambar 4. 2. Hasil Pengukuran Tegangan *Sender* Kondisi Chute Normal



Gambar 4. 3. Hasil Pengukuran Tegangan Receiver Kondisi Chute Normal

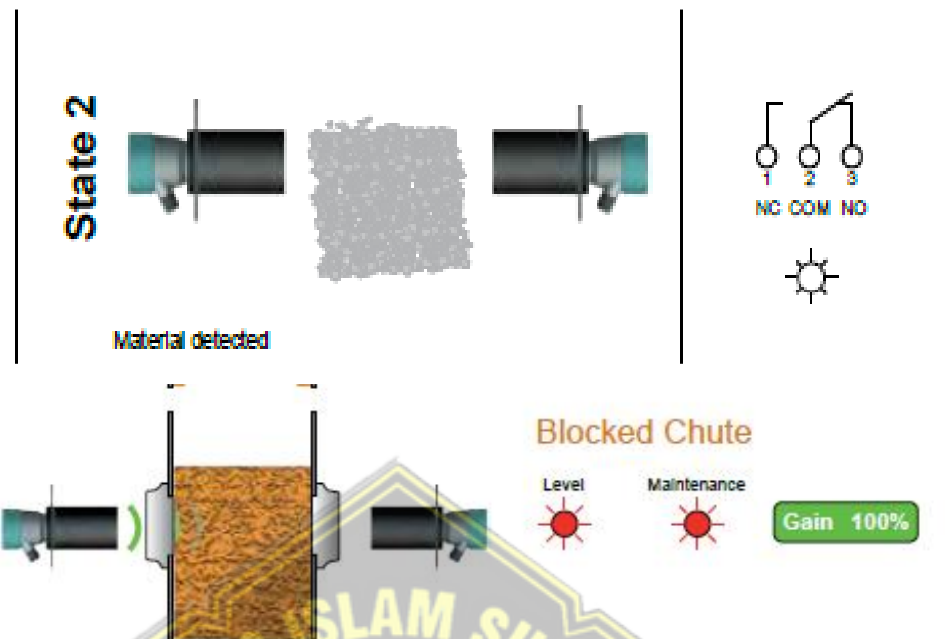


Gambar 4. 4. Tampilan Sensor Value pada unit Kontrol Kondisi Chute Normal

4.2.2. Kondisi Chute penuh

Pada saat terjadi penumpukan batubara pada Chute, maka indikatornya sebagai berikut :

- Relay pada unit control akan berubah dari NC (*Normally Closed*) menjadi NO (*Normally Open*) jika *Sensor Value* >50% seperti pada Gambar 4.5.
- *Gain* / Penguatan sinyal terbaca 100 %
- *Sensor Value* / Level penumpukan terbaca 100 % seperti pada Gambar 4.8.
- *Voltage signal* terbaca 0 VDC
- Lampu indikator sensor *Receiver* keduanya berwarna merah seperti pada Gambar 4.5.
- Hasil pengukuran tegangan *Sender* 14,69 VDC seperti pada Gambar 4.6.
- Hasil pengukuran tegangan *Receiver* 9,49 VDC seperti pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 5. Relay MBD Kondisi Chute penuh



Gambar 4. 6. Hasil Pengukuran Tegangan *Sender* Kondisi Chute Penuh



Gambar 4. 7. Hasil Pengukuran Tegangan Receiver Kondisi Chute Penuh



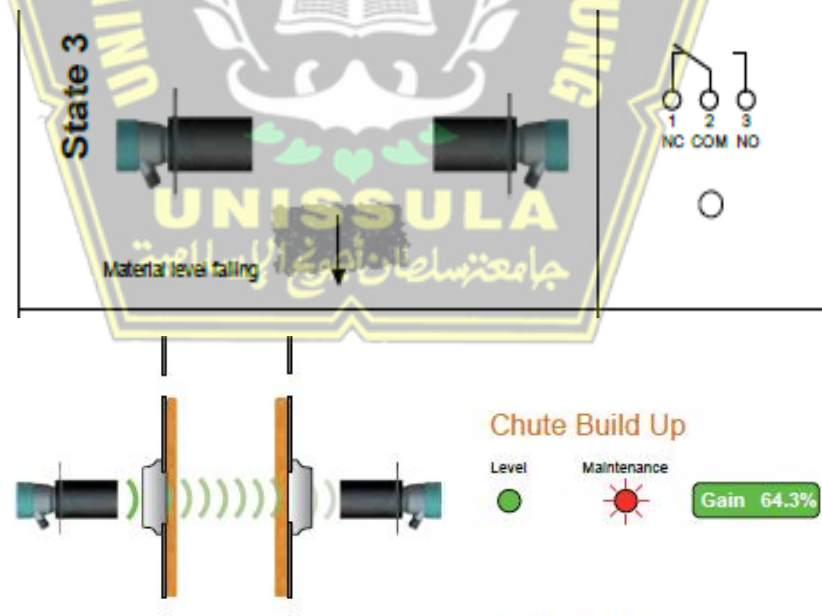
Gambar 4. 8. Tampilan Sensor Value pada unit Kontrol Kondisi Chute Penuh

4.2.3. Kondisi pengosongan Chute & material menempel di dinding Chute

Pada saat Chute penuh lalu dikosongkan, maka indikatornya sebagai berikut:

- Relay pada *unit control* dari *NO (Normally Open)* berubah kembali menjadi *NC (Normally Closed)* jika *Sensor Value < 25%* seperti pada Gambar 4.9.
- *Gain* / Penguatan sinyal terbaca 0 - 64.3 %
- *Sensor Value* / Level penumpukan terbaca 0 %
- *Voltage signal* terbaca 2.4 VDC
- Lampu indikator sensor *Receiver* indikasi level berwarna hijau, indikasi *maintenance* berwarna merah seperti pada Gambar 4.9.

Jika indikasi *maintenance* berwarna merah, artinya perlu dilakukan pembersihan dinding chute karena terdapat batubara yang menempel.



Gambar 4. 9. Kondisi pengosongan Chute

4.2.4. Kondisi *Fail-safe*

Pada saat terjadi kendala pada power supply unit kontrol atau jika tegangan masukan hilang, maka kondisi pada relay *unit control* posisinya NC (*Normally Closed*) seperti pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10. Kondisi *Fail-safe*

4.3. Analisa

Pada penelitian ini rangkuman hasil analisa kinerja dari MBD pada kondisi normal operasi maupun kondisi penyumbatan, dapat disederhanakan pada Tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 3. Analisa Kinerja *Microwave Beam Detector*

Metode Pengukuran	Status	Kondisi Normal Operasai	Kondisi Penyumbatan batubara pada Chute
Ukur dengan Multimeter pada Unit Kontrol	Tegangan Masukan	220 VAC	220 VAC
	Tegangan <i>Sender</i>	14,69 VDC	14,69 VDC
	Tegangan <i>Receiver</i>	9,49 VDC	9,49 VDC
Tampilan <i>Display Unit</i> Kontrol	Sensor <i>Value</i> Pada Unit Kontrol	0%	100%
	<i>Gain</i>	0 – 64.3 %	100%
	<i>Voltage Signal</i>	2.4 VDC	0 VDC
	<i>Noise</i>	0.04 V	0.04 V
	<i>Output Relay</i> ke PLC	NC (<i>Normally Close</i>)	NO (<i>Normally Open</i>)
Visual check	Indikasi pada <i>Receiver</i>	Lampu indikasi tidak menyala	Lampu indikasi menyala merah

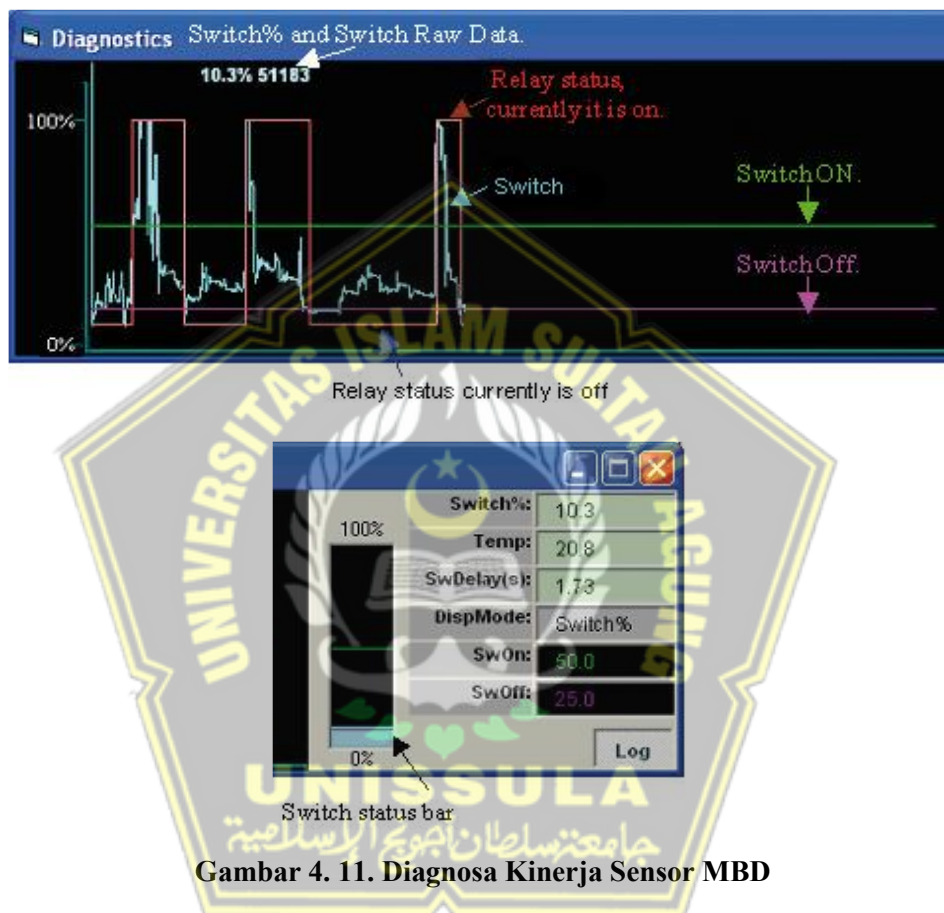
Pengukuran Tegangan pada unit kontrol, Tegangan *Sender* dan Tegangan *Receiver* menggunakan multimeter. Untuk gelombang tidak dapat diukur, karena pada spesifikasi unit kontrol tertera 10,525 GHz, sedangkan pada oscilloscope maksimal hanya 20 Mhz. Maka dari itu tidak dapat dilakukan pengukuran menggunakan oscilloscope.

Hasil dari tabel tersebut dapat dianalisa bahwa pada kondisi normal operasi pada *sender* mendapat masukan tegangan sebesar 14,69 VDC, pada *receiver* juga mendapat tegangan 9,49 VDC, pada unit kontrol dapat dibaca melalui tampilan layar Sensor *Value* menampilkan 0%, *Gain* 39.2%, *Voltage Signal* 2.4 VDC, dan *Noise* 0.04 V .

Pada saat terjadi penyumbatan batubara pada chute dapat dilihat melalui *sender* tetangan tetap yaitu 9.49 VDC, pada *receiver* menunjukkan tegangan tetap 9.49 VDC, pada unit kontrol menampilkan sensor *value* naik hingga mencapai 100%, *Gain* naik menjadi 100%, *Voltage Signal* turun menjadi 0 VDC, dan *Noise* tetap pada 0.04V.

Setpoint pada unit kontrol diatur 50% dengan delay 1.99 detik, artinya jika terjadi penumpukan batubara pada chute terjadi maka pembacaan *sensor value* pada unit kontrol akan naik hingga 50% dan jika selama 1.99 detik masih terbaca diatas 50% maka unit kontrol akan merubah relay dari NC (*Normally Closed*) menjadi NO (*Normally Open*) yang dikirim ke PLC sebagai sinyal untuk menghentikan conveyor yang berjalan. Jika Chute yang penuh tadi sudah normal dan *Sensor Value* turun dibawah 25 %, maka relay akan kembali menjadi NC (*Normally Closed*) . Dapat digambarkan seperti gambar 4.11.

- Garis Ungu : Switch Off (25 %)
- Garis Hijau : Switch On (50%)
- Garis Biru : Besar nilai sinyal
- Garis Merah : status relay (On/Off)



Gambar 4. 11. Diagnosa Kinerja Sensor MBD

Perhitungan gelombang MBD dapat menggunakan rumus mencari panjang gelombang sebagai berikut :

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

f = frekuensi (Hz)

c = cepat rambat gelombang (m/s)

λ = panjang gelombang (m)

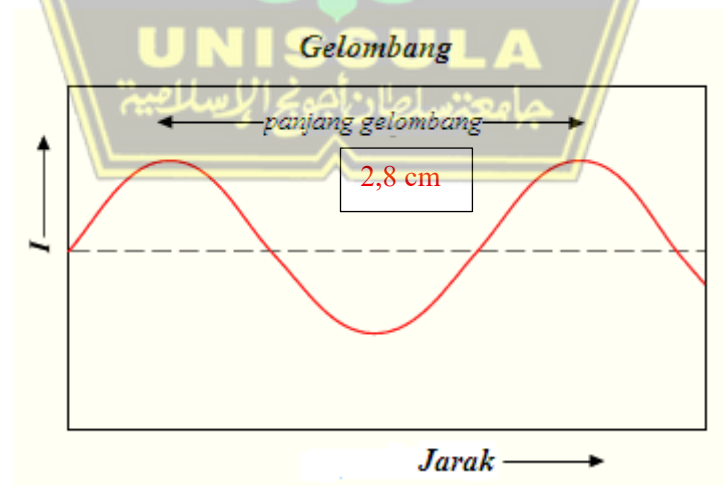
Jika Diketahui Frekuensi Gelombang MBD 10,525 Ghz dan kecepatan cahaya 3×10^8 m/s, maka panjang gelombangnya menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{10,525 \times 10^9 \text{ Hz}}$$

$$\lambda = 0,028 \text{ meter}$$

$$\lambda = 2,8 \text{ cm}$$

Maka hasil dari perhitungan diatas dapat digambarkan pada Gambar 4.12 berikut.



Gambar 4. 12. Panjang Gelombang MBD

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis Tugas Akhir ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari studi kasus tahun 2019-2024 permasalahan menggunakan sensor jenis lama (*tilt switch*) berdasarkan data *maintenance* tercatat 61 kasus, sehingga berpotensi menyebabkan kerusakan pada conveyor dan terganggunya proses transfer batubara.
2. Sistem proteksi pada chute conveyor menggunakan MBD (*Microwave Beam Detector*) dapat mendeteksi kebuntuan pada chute, cara kerjanya dengan memancarkan gelombang micro 10,525 Ghz. Jika ada batubara atau benda padat lainnya yang menghalangi jalur gelombang dari *Sender* menuju *Receiver*, maka MBD akan mendeteksinya terlihat dari tegangan dan *Sensor Value* pada Unit Kontrol akan berubah sesuai tingkat kebuntuan.
3. Parameter kinerja Sensor MBD jika dalam proses running conveyor ada tumpahan batubara pada chute, MBD dapat mendeteksinya dengan naiknya *Sensor Value* <50%.

Jika tidak ada penumpukan batubara pada chute namun *Sensor Value* >50%, dipastikan dinding/teflon pada *Sender* atau *Receiver* sudah terhalang batubara sehingga harus di bersihkan dinding chute tersebut.

Jika aktual ada penumpukan batubara pada chute ditandai dengan *Sensor Value* >50% selama 1,73 detik, maka Conveyor tersebut akan berhenti dan muncul alarm *Chute Plugged Alarm Activated* pada CCR (*Central Control Room*).

4. Analisa Kinerja setelah menggunakan MBD (*Microwave Beam Detector*), potensi terjadinya kerusakan pada conveyor akibat penumpukan chute setelah memakai sudah sangat jarang terjadi, terbukti dengan data hasil pengamatan pada Conveyor 6A, 6B, 8A & 8B tidak ada permasalahan pada sensor chute. Pada Tripper 7A MBD masih bermasalah karena sensor *Sender / Receiver* kemungkinan rusak dan masih digaransi vendornya.
5. Setelah dibuktikan dengan perhitungan, Panjang Gelombang MBD kondisi normal 2,8 cm. Jika ada kenaikan Panjang gelombang $>2,8$ artinya ada Batubara yang menghalangi MBD.
6. Dengan lebih baiknya proteksi dapat meminimalisir kerusakan pada chute conveyor, maka akan berdampak pada kehandalan pengoperasian PLTU Tanjung Jati B Unit 1&2.

5.2. Saran

1. Perlu penggantian menjadi MBD (*Microwave Beam Detector*) pada semua conveyor yang masih menggunakan sensor jenis lama (*tilt switch*), seperti pada Conveyor 1A&B, Conveyor 2A&B, Conveyor 3, Conveyor 4A, Conveyor 5A&B, *Crusher A&B*, *Vibrating screen A&B*, dan *Tripper 7B*.
2. Pemeliharaan dan pengecekan sensor MBD (*Microwave Beam Detector*) harus dilakukan rutin secara berkala agar sensor ini bekerja secara maksimal.
3. Dari sisi operasi perlu setiap hari memastikan posisi Teflon sensor MBD (*Microwave Beam Detector*) di dalam chute permukaannya bersih, karena jika Teflon tersebut terhalang Batubara maka pembacaan menjadi tidak akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfarizqi, M., & Lesmono, I. 2022. *Optimalisasi Penggunaan Belt Conveyor dalam Proses Coal Handling PT Sumber Segara Primadaya, PLTU Dilacap, Jawa Tengah*.
- Black & Veatch. 2005. Control and Wiring Diagrams.
- Bono, Wahyono, & Burhani S., M. 2017. Analisis Konsumsi Batubara Spesifik Ditinjau dari Nilai Kalor Batubara dan Perubahan Beban di PLTU Tanjung Jati B Unit 2. Available at: www.polines.ac.id.
- Budianto, D.S. 2023. *Kalibrasi Positioner Control Valve Sootblower Boiler di PLTU Tanjung Jati B Unit 1&2*.
- Daniaty, N. 2018. *Modul Fisika Gelombang*. Jakarta.
- Harsiga, E., Virgania, P.B., & Hardianti, S. 2023. Analisis Biaya Realisasi Kegiatan Coal Handling dengan Wheel Loader di ROM 1 PT Dizmatra Powerindo Untuk Supply ke PLTU Keban Agung. 14(01).
- Hastanto, A., T.K, B.F., & Windarta, J. 2024. Studi Potensi Penghematan Energi pada Coal Handling System PLTU Jawa IV Menggunakan Analisis Regresi Multivarian. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan* 5(2): p.130–144.
- Hawk, G. 2009. Instruction Manual Microwave Smart Switch Series-Beam Blockage Detection.
- Ihsan, M. 2018. Proximity Switch Sebagai Rotation Speed Sensor pada Conveyor. *seriparalel.wordpress.com*. Available at: <https://seriparalel.wordpress.com/2018/01/> [Accessed August 2, 2025].
- Irwanto. 2020. Analisis Safety Instrumen di Area BC 02 Untuk Proses Coal Handling System.
- Italimpianti. 1997. Control and Wiring Diagrams.
- Italimpianti. 2003. Stacker Reclaimer TJB Maintenance Manual.
- Khosiyanto, R., & Subekti, L. 2016. *Aliran Daya Sistem Kelistrikan Pada Stacker dan Reclaimer di PT Indonesia Power UJP Jateng 2 Adipala*.
- ktbelektrik.com. 2017. Tilt Switch Probe. *ktbelektrik.com*. Available at: <https://www.ktbelektrik.com/en/tilt-switch-1> [Accessed August 2, 2025].
- Mahendra, A.Y. 2017. *Simulasi Sistem Downlink Microwave Menggunakan SIMULINK*. Semarang.
- masusskitaunited.com. 2022. Belt Sway Switch DBSS-20 U | Conveyor Protection Device. *masusskitaunited.com*. Available at: <https://www.masusskitaunited.com/belt-sway-switch-dbss-20-u-conveyor-protection-device/#:~:text=Belt%20Sway%20Switch%20atau%20ada,ke%20kiri%20atau%20ke%20kanan> [Accessed August 2, 2025].
- Morozov, A., & Prokopenko, A. 2022. Development of Block Conveyor Installation for Microwave Processing. In *2022 International Conference on Actual Problems of Electron Devices Engineering (APEDE)*, 221–222.
- Sirait, R. 2020. *FISIKA GELOMBANG*.
- Tri Wahyuni, R., & Zulkifli. 2022. Analisis Dampak Penerapan Sistem Proteksi Plugging Pada Chute Conveyor Berbasis PLC di PLTU Tenayan.
- tribhakti.com. 2023. Apa itu Coal Handling Sistem. *tribhakti.com*. Available at: <https://www.tribhakti.com/id/apa-itu-coal-handling-system/#:~:text=7.%20Hopper,banyak%20sebelum%20dialihkan%20ke%20conveyor> [Accessed August 2, 2025].

- Wardiyati, S., Ari Adi, W., & Didin Sahidin Winataputra. 2018. *Sintesis dan Karakterisasi Microwave Absorbing Material Berbasis Ni-SiO₂ dengan Metode Sol-Gel*.
- Xu, Y., Hou, X., & Li, C. 2012. Research on the intelligent protection system of coal conveyor belt. In *2012 IEEE International Conference on Automation and Logistics*, 337–342.

