



## **Analisa Kinerja Microwave Beam Detector (MBD) Untuk Pendeteksi Penyumbatan Pada Chute Conveyor Di Pltu Tanjung Jati B Unit 1&2**

**Hasbi Wicaksono Putra<sup>1</sup>, Suryani Alifah<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Electrical Engineering Study Program, Faculty of Industrial Technology, Sultan Agung Islamic University Semarang

<sup>1,2</sup>Department of Mathematics, Universitas Sains dan Teknologi Komputer Semarang, Indonesia

Email author: [hasbiwicaksonop@std.unissula.ac.id](mailto:hasbiwicaksonop@std.unissula.ac.id)<sup>1</sup>, [suryani@unissula.ac.id](mailto:suryani@unissula.ac.id)<sup>2</sup>

### **Article Info**

#### **Article history:**

Received June 4, 2025

Revised June 20, 2025

Accepted June 28, 2025

#### **Keywords:**

Chute Conveyor

MBD(Microwave Beam Detector)

Maintenance

Coal Handling

Plugging

### **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.

### **Corresponding Author:**

Hasbi Wicaksono Putra,

Sultan Agung Islamic University

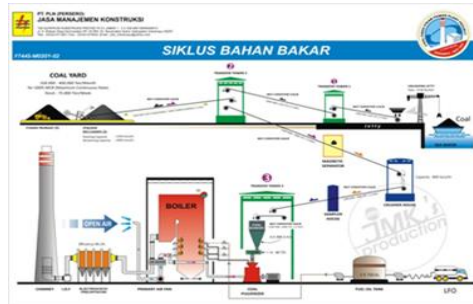
Jl. Kaligawe Raya No.Km.4, Terboyo Kulon, Kec. Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah 50112

Email: [hasbiwicaksonop@std.unissula.ac.id](mailto:hasbiwicaksonop@std.unissula.ac.id)



## **1. Latar Belakang**

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.



Gambar 1. 1. Siklus Bahan Bakar pada PLTU

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.

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 (2022a) dan Zulkifli (2022b), bahwa sistem ini bekerja berdasarkan prinsip kemampuan dimensi, dengan menggunakan feedback dari sensor *limit switch* yang mengirimkan sinyal ke PLC sebagai controller yang kemudian akan menonaktifkan motor conveyor. [12]

## 2. METODE PENELITIAN/ PERANCANGAN

### 2.1. 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. Hasil Pengamatan

3.1. Hasil Pengamatan Chute Conveyor setelah dipasang sensor MBD, sebagai berikut :

Tabel 4. 1. Hasil Pengamatan Sensor MBD

No.	Conveyor	Tanggal Pengamatan	Kondisi 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%, karena Chute tersumbat batubara

### 3.2. Studi Kasus Sensor Chute Plug pada Conveyor

Berikut ini rangkuman Kasus yang terjadi pada Chute Conveyor dari tahun 2019 hingga 2024 yang diambil 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
2019	8	Conveyor 4B	Sensor Lama	1
		Conveyor 5A	Sensor Lama	1
		Conveyor 6B	Sensor Lama	2
		Conveyor 8A	Sensor Lama	1
		Conveyor 8B	Sensor Lama	1
		<i>Tripper 7A</i>	Sensor Lama	1
		<i>Crusher B</i>	Sensor Lama	1
2020	20	Conveyor 4A	Sensor Lama	2
		Conveyor 4B	Sensor Lama	2
		Conveyor 5A	Sensor Lama	1
		Conveyor 6A	Sensor Lama	1
		Conveyor 6B	Sensor Lama	5

		Conveyor 8B	Sensor Lama	1
		<i>Crusher A</i>	Sensor Lama	1
		<i>Crusher B</i>	Sensor Lama	1
		<i>Tripper 7A</i>	Sensor Lama	1
		<i>Tripper 7B</i>	Sensor Lama	3
		<i>Vibrating Screen A</i>	Sensor Lama	2
2021		Tidak ada ada		
2022	12	Conveyor 4A	Sensor Lama	1
		Conveyor 4B	Sensor Lama	2
		Conveyor 6A	Ganti Sensor MBD	1
		Conveyor 6B		1
		Conveyor 8A		1
		Conveyor 8B		1
		<i>Crusher B</i>	Sensor Lama	2
		<i>Tripper 7A</i>	Ganti Sensor MBD	1
		<i>Tripper 7B</i>	Sensor Lama	1
		<i>Vibrating Screen B</i>	Sensor Lama	2
2023	13	Conveyor 1B	Sensor Lama	1
		Conveyor 4B	Sensor Lama	3
		Conveyor 5A	Sensor Lama	1
		<i>Tripper 7A</i>	Sensor MBD	1
		<i>Crusher B</i>	Sensor Lama	2
		<i>Vibrating Screen A</i>	Sensor Lama	3
		<i>Vibrating Screen B</i>	Sensor Lama	2
2024	8	Conveyor 4A	Sensor Lama	5
		Conveyor 5A	Sensor Lama	1
		<i>Tripper 7A</i>	Sensor MBD	1

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 commissioning belum selesai.

### 4.3. ANALISA

#### 4.3.1. Kondisi Chute

##### 4.3.1.1. Kondisi Chute tidak penuh

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

- Relay pada unit control posisinya NC (Normally Closed)
- Gain / Penguatan sinyal terbaca 1.1 %
- Sensor Value / Level penumpukan terbaca 0 %
- Voltage signal terbaca 2.4 VDC
- Lampu indikator sensor Receiver keduanya berwarna hijau.

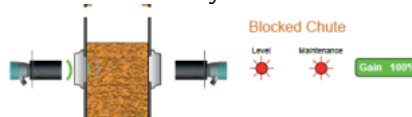


Gambar 4. 1. Kondisi Chute tidak penuh

##### 4.3.2. 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%.
- Gain / Penguatan sinyal terbaca 100%
- Sensor Value / Level penumpukan terbaca 100 %
- Voltage signal terbaca 0 VDC
- Lampu indikator sensor Receiver keduanya berwarna merah.



Gambar 4. 2. Kondisi Chute penuh

##### 4.3.3. Kondisi pengosongan Chute & material menempel di dinding chute

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

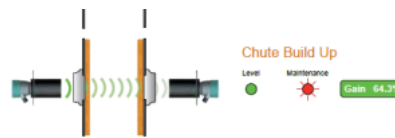
Pada saat Chute penuh lalu dikosongkan, maka indikatornya sebagai berikut :

- Relay pada unit control dari NO (Normally Open) berubah kembali menjadi NC

- (Normally Closed) jika Sensor Value <25%.
- 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.

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

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



Gambar 4. 3. Kondisi pengosongan Chute

#### 4.3.1.2. Kondisi Fail-safe

Pada saat terjadi kendala pada power supply unit control yang menyebabkan power hilang, maka kondisi pada relay unit control posisinya NC (Normally Closed). Posisi relay dapat dirubah pada pengaturan Unit Kontrol.



Gambar 4. 4. Kondisi *Fail-safe*

Pada penelitian ini rangkuman hasil analisa di sederhanakan pada Tabel sebagai berikut :

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

Status	Kondisi Normal Operasai	Kondisi Penyumbatan batubara pada Chute
<b>Tegangan Masukan</b>	220 VAC	220 VAC
<b>Tegangan <i>Sender</i></b>	14,6 VDC	14,69 VDC
<b>Tegangan <i>Receiver</i></b>	9,49 VDC	9,49 VDC
<b>Sensor Value Pada Unit Kontrol</b>	0%	100%
<b>Gain</b>	0 – 64.3 %	100%
<b>Voltage Signal</b>	2.4 VDC	0 VDC
<b>Noise</b>	0.04 V	0.04 V
<b>Output Relay ke PLC</b>	NC (Normally Close)	NO (Normally Open)
<b>Indikasi <i>Receiver</i></b>	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 4.12.

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



Gambar 4. 5. Diagnosa Kinerja Sensor MBD

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis dapat disimpulkan bahwa:

- a. Dari studi kasus tahun 2019-2024 Permasalahan menggunakan sensor jenis lama (*tilt switch*) sering bermasalah lebih dari 61 kasus, sehingga berpotensi menyebabkan kerusakan pada conveyor jika sensor tersebut masih digunakan.
- b. Potensi terjadinya kerusakan pada conveyor akibat penumpukan chute setelah memakai sensor MBD (*Microwave Beam Detector*) sudah sangat jarang terjadi, maka dari itu kehandalan operasi conveyor lebih baik.

- c. Sistem proteksi pada chute conveyor ini menggunakan MBD (*Microwave Beam Detector*), sensor ini memanfaatkan radiasi elektromagnetik dan memancarkan gelombang dari *sender* yang dipantulkan pada *receiver*, yang menghasilkan *residual noise* atau rata-rata kebisingan.
- d. Sensor MBD (*Microwave Beam Detector*) memiliki akurasi yang baik terhadap berbagai kondisi batu bara dari basah maupun kering. Kecepatan *outputnya* juga sangat cepat karena kurang dari 1 detik saat terjadi penumpukan chute, sensor ini mengirim sinyal *trip* ke conveyor.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Black & Veatch, 2005. *Control and Wiring Diagram*
- [2] Italimpianti, 2005. *Manual Book : Operator Manual*
- [3] Italimpianti, 2005. *Control and Wiring Diagram*
- [4] Gladiator *Microwave Smart Switch Series*, 2009. *Instruction Manual*
- [5] Yingxi Xu; Xiaojing Hou; Chuanfeng Li., “Research on the intelligent protection system of coal conveyor belt”, 2012.
- [6] Alexander Morozov; Alexander Prokopenko., “Development of Block Conveyor Installation for Microwave Processing”. 2022
- [7] Khosyianto, Rafif & Subekti, Lukman., “Aliran Daya Sistem Kelistrikan Pada Stacker Dan Reclaimer Di PT. Indonesia Power UIP Jateng 2 Adipala”, Perpustakaan Universitas Gadjah Mada, 2016.
- [8] Landasan Teori, [Online]. Tersedia : <https://www.kbtelektrik.com/en/tilt-switch-1> [diakses 4 Juni 2024]
- [9] Landasan Teori, [Online]. Tersedia : <https://www.masusskitaunited.com/belt-sway-switch-dbss-20-u-conveyor-protection-device/#:~:text=Belt%20Sway%20Switch%20atau%20ada.ke%20kiri%20atau%20ke%20kanan> [diakses 4 Juni 2024]
- [10] Landasan Teori, [Online]. Tersedia : <https://senter.ee.uinsgd.ac.id/repositori/index.php/prosiding/article/download/senter2020p5/senter2020p5pdf/391#:~:text=SENTER%202020%3A%20Seminar%20Nasional%20Teknik%20Elektro%202020,-%E2%88%8E&text=Pull%20Cord%20Switch%20adalah%20alat,yang%20terdapat%20pada%20belt%20conveyor> [diakses 4 Juni 2024]
- [11] Landasan Teori, [Online]. Tersedia : <https://seriparalel.wordpress.com/2018/01/01/proximity-switch-sebagai-rotation-speed-sensor-pada-conveyor/> [diakses 4 Juni 2024]
- [12] Retno Tri Wahyuni, Zulkifli., “Analisis Dampak Penerapan Sistem Proteksi Plugging Pada Chute Conveyor Berbasis Plc Di Pltu Tenayan”, Pustaka Politeknik Caltex Riau, 2022
- [13] Edwin Harsiga, Putri Virgania B., Siti Hardianti, “Analisis Biaya Realisasi Kegiatan Coal Handling Dengan Wheel Loader Di Rom 1 Pt Dizamatra Powerindo Untuk Supply Ke Pltu Keban Agung”, Pustaka Politeknik Akamigas Palembang, 2023.
- [14] Ari Hastanto, Berkah Fajar T.K., Jaka Windarta, “Studi Potensi Penghematan Energi pada Coal Handling System PLTU Jawa IV”, Menggunakan Analisis Regresi Multivarian, Pustaka Universitas Diponegoro, 2024.
- [15] Muhammad Alfarizqi Ilham Lesmono, “Optimalisasi Penggunaan Belt Conveyor Dalam Proses Coal Handling PT Sumber Segara Primadaya, PLTU Cilacap, Jawa Tengah”, Pustaka UIN Syarif Hidayatullah, 2022.
- [16] Irwanto., “Analisis Safety Instrumen di Area BC 02 Untuk Proses Coal Handling System”, Pustaka Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, 2020
- [17] Zulkifli., “Rancang Bangun Proteksi Plugging Di Chute Conveyor Berbasis Plc”, Pustaka Politeknik Caltex Riau, 2021
- [18] Landasan Teori, [Online]. Tersedia : <https://www.masusskitaunited.com/distributor-chute-switch-dcs-30exf-conveyor-safety-device/#:~:text=Chute%20Switch%20atau%20sering%20disebut,yang%20diangkut%20menyumbat%20chute%20conveyor> [diakses 4 Juni 2024] Landasan Teori, [Online]. Tersedia : <https://www.tribhakti.com/id/apa-itu-coal-handling-system/#:~:text=7.%20Hopper.banyak%20sebelum%20dialihkan%20ke%20conveyor>