

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sistem Kerja dan Bagian Pada *Reclaimer*

Reclaimer merupakan alat yang berfungsi untuk memindahkan material dari *stockpile* ke *belt conveyor* menggunakan *scraper* sebagai bagian utama untuk pemindahannya. *Scraper* memiliki *bucket* disepanjang bagiannya untuk mengeruk material batubara. *Bucket* pada *scraper* terhubung satu sama lain menggunakan *chain*. Pergerakan pada *scraper* yaitu memutar searah jarum jam yang mengarah ke *belt conveyor* dan secara keseluruhan bagian *scraper* mengikuti pergerakan pada *reclaimer*. Sehingga material batubara dapat tergaruk secara merata sesuai dengan setting area *scrapping* di *stockpile*. Bagian utama dari *reclaimer* terdiri dari:

1. *Main boom scraper*
2. *Auxiliary boom scraper*
3. *Bridge*
4. *Cable drum*
5. *Cabin control panel*
6. *Travel gear*

Pengolahan bahan baku mentah atau bebatuan harus dibakar hingga suhu $990^{\circ}\text{celsius}$ di *kiln* sebelum diolah kembali menjadi semen di *finish mill*. Pembakaran tersebut menggunakan batubara sebagai bahan bakarnya. Sebelumnya material batubara atau *raw coal* dimasukkan ke dalam sebuah *bin* untuk penyimpanan sementara agar proses penghancuran *raw coal* menjadi *fine coal* di *coal mill* berjalan dengan baik. *Bin raw coal* memiliki kapasitas maksimal sebesar 500 ton dan harus tetap dijaga volumenya untuk mengantisipasi apabila pasokan *raw coal* menipis supaya tidak menghentikan proses operasi pada *kiln*. *Reclaimer* memiliki peranan penting dalam aspek memasok material batubara ke *bin* karena

volume *bin raw coal* bergantung pada tingkat kehandalan operasi *reclaimer*.

Reclaimer bekerja secara otomatis dalam proses pendistribusian batubara ke *bin* batubara. Sebelum dilakukan reclaiming, operator melakukan penyesuaian parameter operasi sebelum mode otomatis diaktifkan. Penyesuaian ini bertujuan untuk memilih area di *stockpile* yang akan dilakukan reclaiming, menjaga jarak *reclaimer* dengan *stacker* dan menentukan panjang jarak travel oleh *reclaimer*. Operator berkoordinasi dengan *engineer control central room* untuk melakukan penyesuaian parameter ini agar tidak terjadi kesalahan dalam prosesnya.

Stockpile terbagi menjadi empat bagian, yaitu *pile A*, *pile B*, *pile C* dan *pile D*. *Pile* tersebut mewakili tiap area didalam *stockpile* yang mana digunakan sebagai acuan travel oleh *reclaimer*. Setting parameter dilakukan oleh operator melalui layer panel yang ada didalam kabin. Tahap awal penyesuaian parameter yaitu operator menempatkan posisi *reclaimer* di *pile* yang telah ditentukan. Kemudian memberi nilai ketinggian pada *main boom scrapper*, jarak reclaiming, maksimal jarak dengan *stacker* dan kecepatan travel *reclaimer*. Tahap selanjutnya yaitu memonitor bahwa *reclaimer* telah beroperasi sesuai dengan penyesuaian parameter yang telah dilakukan, tahap ini juga sebagai koreksi parameter apabila ada ketidaksesuaian. Tahap akhir yaitu memindahkan *reclaimer* ke mode otomatis agar dapat dijalankan dan diamati operasinya oleh *engineer central control room*.

4.2 Permasalahan Pada Reclaimer

Batubara yang ada di *stockpile* memiliki tingkat potensi longsor yang tinggi jika terdapat perbedaan level ketinggiannya. Sedangkan pergerakan operasi travel *reclaimer* yang hanya bergerak pada rentang jarak beberapa meter juga menambah potensi longSORan semakin besar karena membentuk lembah. LongSORan tersebut akan

menghambat pergerakan travel *reclaimer* dan menambah beban *scrapping* sehingga akan menimbulkan lonjakan arus pada motor penggerak. Hal tersebut memungkinkan motor untuk mengalami *trip* yang mana sebagai sistem proteksi kerusakan komponen motor. Namun hal itu juga akan menjadi penyebab *reclaimer* tidak bisa beroperasi secara optimal.



Gambar 4. 1 Longsoran Material Batubara
(Sumber: Dokumen Peneliti)

Pada gambar 4.1 terlihat bahwa longsoran material menimbun bagian dari *main boom scrapper*, hal tersebut mengakibatkan travel *reclaimer* tidak maksimal karena terhambat oleh longsoran material tersebut. Secara tidak langsung ketika hal tersebut terjadi maka akan menambah potensi kerusakan alat yang ada di *reclaimer* khususnya motor penggerak *reclaimer* dan *scrapper*. Kerusakan pada *reclaimer* sehingga tidak dapat dioperasikan maka akan menyebabkan beberapa akibat diantaranya untuk menjaga pasokan ke *bin raw coal* digunakan *weight loader* untuk memindahkan material batubara ke *hopper* dan disalurkan menggunakan *belt conveyor*. Berdasarkan dari segi *reliability* alat akan menambah beban penggantian *spare* sebelum *lifetime* pada

alat dan dari segi produksi akan mengurangi efektivitas pemasokan batubara ke *bin raw coal*.

Pencegahan beberapa kerugian tersebut dapat diminimalkan dengan cara memanfaatkan sensor *prosonic* yang terletak di *main boom scrapper*. Sensor tersebut dipergunakan untuk mendeteksi adanya material di bawah *scrapper*. Pembacaan sensor dikonversi menjadi jarak antara titik sensor dengan permukaan material kemudian ditampilkan ke layar hmi didalam kabin *reclaimer*. Jarak tersebut digunakan sebagai acuan untuk mengatur ketinggian *main boom scrapper* sebelum memulai proses *reclaiming*.

4.3 Perhitungan Kinerja Motor *Scrapper*

Berdasarkan hasil observasi di lapangan, didapatkan beberapa informasi terkait spesifikasi motor yang digunakan untuk menjalankan *scrapper*. Selain itu, peneliti melakukan pengumpulan data terkait proses operasi pada motor diantaranya yaitu pengukuran arus motor, *rotation per minutes* dan tegangan pada masing-masing fasa. Pengumpulan data tersebut dilakukan dengan berbagai kondisi penggarukan pada *scrapper* diantaranya pada saat penggarukan minimum, medium dan maksimum. Data yang terkumpul menunjukkan hasil yang beragam dan dapat ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Motor
(Sumber: Dokumen Peneliti)

DATA PENGUKURAN MOTOR									
TANGGAL	TEGANGAN (V)			ARUS (A)			KECEPATAN PUTARAN MOTOR (RPM)		
	RS	ST	RT	MINIMAL	MEDIUM	MAKSIMAL	MINIMAL	MEDIUM	MAKSIMAL
05/12/2022	398	398	397	28	31,3	33,2	1438	1445	1457
06/12/2022	397	395	395	27,9	31,5	34,7	1437	1448	1464
07/12/2022	400	399	399	27,7	31,4	33,8	1436	1446	1461
08/12/2022	396	398	398	27,8	31,6	33,6	1433	1449	1459
09/12/2022	398	397	397	27,4	31,7	34,6	1429	1450	1465
12/12/2022	398	400	397	28,1	31,5	35,3	1442	1448	1469
13/12/2022	400	395	397	27,6	31,6	34,9	1432	1449	1467
14/12/2022	397	396	398	27,6	31,4	35,4	1432	1446	1470
15/12/2022	399	396	396	27,7	31,5	34,7	1436	1450	1464
16/12/2022	396	397	398	27,9	31,6	34,2	1439	1449	1462

Tabel 4. 2 Data torsi dan konversi rpm ke m/s
(Sumber: Dokumen Peneliti)

KECEPATAN PUTARAN MOTOR (RPM)			KECEPATAN (m/s)			TORSI (Nm)
MINIMAL	MEDIUM	MAKSIMAL	MINIMAL	MEDIUM	MAKSIMAL	
1438	1445	1457	150,511	151,2433	152,499	60,498
1437	1448	1464	150,406	151,5573	153,232	61,085
1436	1446	1461	150,301	151,348	152,918	60,960
1433	1449	1459	149,987	151,662	152,709	60,762
1429	1450	1465	149,569	151,7667	153,337	61,141
1442	1448	1469	150,929	151,5573	153,755	61,880
1432	1449	1467	149,883	151,662	153,546	61,335
1432	1446	1470	149,883	151,348	153,860	61,494
1436	1450	1464	150,301	151,7667	153,232	61,137
1439	1449	1462	150,615	151,662	153,023	61,043

Hasil pengukuran pada motor *scrapper* ini digunakan sebagai bahan untuk membuktikan bahwa terdapat kesamaan korelasi terhadap kinerja motor *scrapper* pada saat dilakukan operasi untuk penggarukan material batubara. Peneliti menggunakan data pada tanggal 14 Desember 2022 untuk mencari nilai daya *input* beban minimum, beban medium dan beban maksimum yang mana dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Perhitungan daya *input* beban minimum

$$P_{in} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P_{in} = \sqrt{3} \times 397 \times 27,6 \times 0,83$$

$$P_{in} = 15733,44 \text{ kW}$$

- b. Perhitungan daya *input* beban medium

$$P_{in} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P_{in} = \sqrt{3} \times 396 \times 31,4 \times 0,83$$

$$P_{in} = 17854,55 \text{ kW}$$

- c. Perhitungan daya *input* beban maksimum

$$P_{in} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P_{in} = \sqrt{3} \times 398 \times 35,4 \times 0,83$$

$$P_{in} = 20230,68 \text{ kW}$$

Setelah diketahui daya *input* pada motor pada tiap kondisi pengoperasian motor *scrapper*, maka dilakukan perhitungan nilai daya *output* pada beban minimum, beban medium dan beban maksimum yang mana dijabarkan sebagai berikut:

- a. Perhitungan daya *output* beban minimum

$$P_{out} = T \times 2\pi \frac{n}{s}$$

$$P_{out} = 61,494 \times 2\pi \frac{1432}{60}$$

$$P_{out} = 61,494 \times 149,88$$

$$P_{out} = 9216,93 \text{ kW}$$

- b. Perhitungan daya *output* beban medium

$$P_{out} = T \times 2\pi \frac{n}{s}$$

$$P_{out} = 61,494 \times 2\pi \frac{1446}{60}$$

$$P_{out} = 61,494 \times 151,348$$

$$P_{out} = 9307,04 \text{ kW}$$

- c. Perhitungan daya *output* beban maksimum

$$P_{out} = T \times 2\pi \frac{n}{s}$$

$$P_{out} = 61,494 \times 2\pi \frac{1470}{60}$$

$$P_{out} = 61,494 \times 153,86$$

$$P_{out} = 9461,51 \text{ kW}$$

Hasil yang telah diperoleh dari perhitungan daya *input* dan daya *output* motor maka dapat dijadikan sebagai bahan untuk menentukan efisiensi dari motor. Perhitungan efisiensi dilakukan pada beban minimum, beban medium dan beban maksimum yang mana dijabarkan sebagai berikut:

- a. Perhitungan efisiensi beban minimum

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{9216,93}{15733,44} \times 100\%$$

$$\eta = 58,58\%$$

- b. Perhitungan efisiensi beban medium

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{9307,04}{17854,55} \times 100\%$$

$$\eta = 52,13\%$$

- c. Perhitungan efisiensi beban maksimum

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{9461,51}{20230,68} \times 100\%$$

$$\eta = 46,77\%$$

Berdasarkan hasil dari perhitungan terkait daya *input* motor, daya *output* motor, rotation per minutes dan efisiensi menunjukkan adanya korelasi satu sama lain. Kondisi motor *scraper* yang dipengaruhi oleh operasi penggarukan menunjukkan bahwa motor tidak berfungsi maksimal khususnya apabila terbebani oleh material yang berat. Hal tersebut selaras dengan hubungan antara daya dan torsi pada motor listrik yakni semakin kecil daya motor, maka semakin kecil torsi yang dihasilkan sedangkan semakin besar rpm pada motor juga berbanding lurus dengan torsi yang dihasilkan. Hasil dari perhitungan efisiensi pada motor juga menunjukkan bahwa terdapat rugi-rugi daya yang besar akibat selisih nilai *input* dan *output* yang besar. Alhasil motor *scraper* tidak mampu bekerja maksimal saat digunakan. Secara keseluruhan hasil pengujian motor dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 3 Data Pengukuran Motor
(Sumber: Dokumen Peneliti)

TANGGAL	DATA PENGUKURAN MOTOR								
	Daya Input (Watt)			Daya Output (Watt)			Efficiency (%)		
	RS	ST	RT	MINIMUM	MEDIUM	MAKSIMUM	MINIMUM	MEDIUM	MAKSIMUM
05/12/2022	16001,67	17887,58	18925,74	9105,66	9149,99	9225,97	56,90	51,15	48,75
06/12/2022	15904,46	17866,19	19681,16	9187,48	9257,81	9360,11	57,77	51,82	47,56
07/12/2022	15909,77	17989,82	19364,83	9162,42	9226,22	9321,93	57,59	51,29	48,14
08/12/2022	15807,54	18059,03	19202	9113,54	9215,30	9278,90	57,65	51,03	48,32
09/12/2022	15658,78	18070,66	19723,81	9144,75	9279,14	9375,13	58,40	51,35	47,53
12/12/2022	16058,82	18092,34	20122,85	9339,48	9378,34	9514,35	58,16	51,84	47,28
13/12/2022	15852,34	17922,9	19894,83	9193,04	9302,17	9417,73	57,99	51,90	47,34
14/12/2022	15733,44	17854,55	20230,68	9216,93	9307,04	9461,51	58,58	52,13	46,77
15/12/2022	15870,00	17911,42	19730,99	9189,04	9278,63	9368,21	57,90	51,80	47,48
16/12/2022	15864,40	18013,65	19544,9	9194,08	9257,97	9341,03	57,95	51,39	47,79

4.4 Sensor Prosonic Pada Main boom scrapper

Reclaimer dengan kode L21-RE1 merupakan alat yang digunakan untuk mentransportasikan material batubara, tentunya alat ini memiliki resiko tersendiri terhadap kondisi lingkungan di sekitarnya. Terdapat banyak alat instrumentasi yang terpasang untuk menopang kinerja *reclaimer*, salah satunya sensor *prosonic* atau *proximity*. Sensor-sensor yang terpasang di *reclaimer* harus memiliki proteksi khusus terhadap potensi bahaya kebakaran atau ledakan. Oleh karena itu, sensor yang digunakan di bagian *main boom scrapper* ialah sensor *prosonic* dengan tipe *M FMU41* dari pabrikan *endress hauser*.

Sensor dengan tipe *M FMU41* ini memiliki beberapa karakteristik dan keutamaan yang data difungsikan dengan baik untuk mendukung pengoperasian *reclaimer*. Aplikasi dan manfaat pada sensor ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 4 Tabel Karakteristik dan Keutamaan Sensor
(Sumber: Endress hauser)

	Karakteristik	Keutamaan
Versi:	Pengukuran level dan aliran	1. Metode pengukuran non kontak yang handal
Koneksi:	Ulir	2. Pengoperasian lokal yang sederhana dan dipandu dengan tampilan teks dan tujuh pilihan bahasa
Suhu:	-40 sampai 80°C (-40 sampai 176°F)	3. Tampilan kuerva untuk diagnosis langsung
Tekanan:	0,7 sampai 3 bar (10,15 sampai 43,5 psi)	4. Sensor tertutup dan dikemas dengan rapat
Maksimum Jarak Pengukuran:	Cairan 8 meter (26 kaki); debu padat 3,5 meter (11 kaki)	5. Sensor dengan ketahanan bahan kimia
Jarak Penghalang:	Cairan dan debu padat 0,35 meter (1,1 kaki)	6. Kalibrasi tanpa mengisi atau mengosongkan area
Sertifikat:	Proteksi ledakan tingkat internasional	7. Sensor suhu yang terintegrasi untuk perubahan fluktuatif

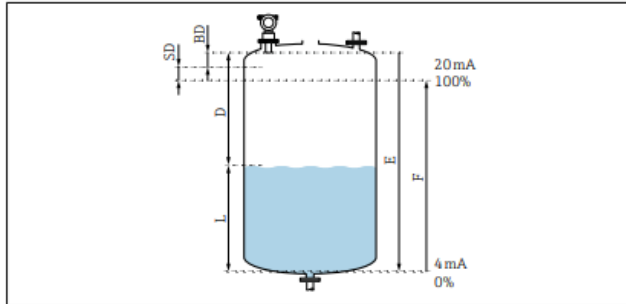
4.4.1 Fungsi dan Sistem Desain

Secara sistem kerja sensor mentransmisikan gelombang ultrasonik ke arah permukaan material. Getaran ultrasonik dipantulkan oleh permukaan material dan diterima lagi oleh sensor. Perangkat mengukur waktu (t) antara transmisi dan penerimaan gelombang ultrasonik. Instrumen menggunakan waktu (t) dan kecepatan suara (c) untuk menghitung jarak D yaitu antara membran sensor dan permukaan material adalah sebagai berikut:

$$D = c \times \frac{t}{2}$$

Level L merupakan bagian yang sama seperti D namun hanya berbeda kapasitansi material jika yang menjadi objek adalah cairan didalam sebuah wadah. Linearisasi menyebabkan volume V atau massa M merupakan bagian dari L. Perangkat sensor akan mengetahui jarak kosong yang terdeteksi didalam wadah. Hal tersebut dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$L = E - D$$



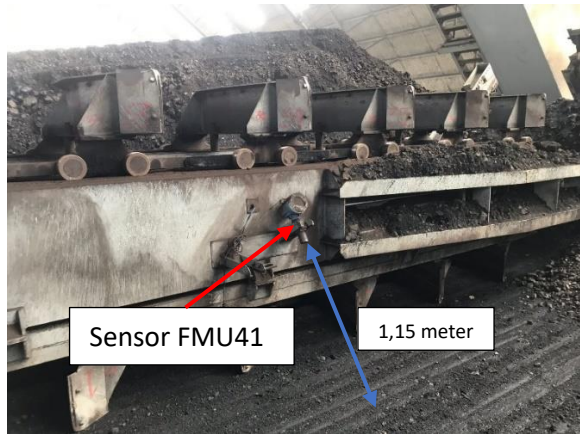
Gambar 4. 2 Level Tanki Air
(Sumber: Endress hauser)

Keterangan:

- SD = Jarak aman
- BD = Jarak hambatan
- E = Jarak kosong
- L = Level
- D = Jarak antara *membrane* sensor dengan permukaan material
- F = Pengukuran span (jarak penuh)

4.4.2 Jarak Pendeteksi Pada Material

Jarak pendeteksian dari sensor ke material dipengaruhi oleh beberapa kondisi, diantaranya: jenis material, volume material dan suhu material. Masing-masing kondisi memiliki nilai jarak optimal yang berbeda beda. Pada penempatan sensor di *main boom scrapper*, jarak antara titik *membrane* dan permukaan material berkisar antara 1-1,15 meter. Jarak tersebut masih dalam rentang nilai yang diperbolehkan untuk mengukur material padat.

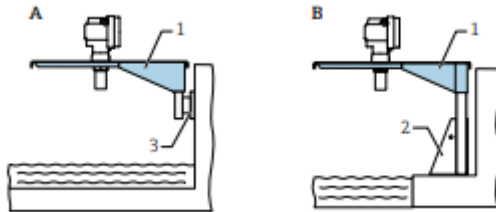


Gambar 4. 3 Jarak Sensor FMU41 ke Permukaan
(Sumber: Dokumen Peneliti)

Tegangan yang masuk ke sensor *FMU41* yaitu berupa tegangan *direct current* dengan besar tegangan 24 vdc, tegangan *input* tersebut masuk dan kemudian sensor akan menjalankan mekanisme operasinya. Jarak yang telah dikalkulasi oleh sensor akan dikonversi kedalam tegangan sinyal 4-20 mA. Jarak yang dimiliki oleh sensor yakni dalam rentang 0-1,15 meter akan diwakili oleh tegangan sebesar 4-20 mA. Jadi dalam hal ini 0 meter sama dengan 4 mA dan 1,15 meter sama dengan 20 mA. Sinyal tegangan tersebut kemudian dikirimkan ke panel didalam kabin yang kemudian akan dikonversi kembali ke satuan meter dan ditampilkan di layar monitor *control*.

4.4.3 Pemasangan Sensor FMU41

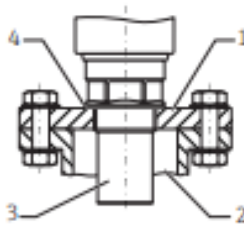
Pemasangan sensor di lapangan harus menggunakan fasilitas dudukan sebagai penopangnya, maka harus dibuatkan dudukan sesuai dengan diameter sensor membrannya. Fabrikasi dudukan dilakukan di workshop dan kemudian bagian yang telah terfabrikasi dipasang di *main boom scrapper*. Pemasangan sensor ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4. 4 Pemasangan Sensor FMU41
(Sumber: Endress hauser)

Keterangan:

- A. Pemasangan langsung ke konstruksi
- B. Pemasangan menggunakan dudukan berdiri
- 1. Kantilever
- 2. *Bracket*
- 3. *Plate*



Gambar 4. 5 Pemasangan Sensor FMU41
(Sumber: Endress hauser)

Keterangan:

- 1. Pembautan pada *flange*
- 2. *Nozzle*
- 3. Sensor
- 4. *Seal Ring*

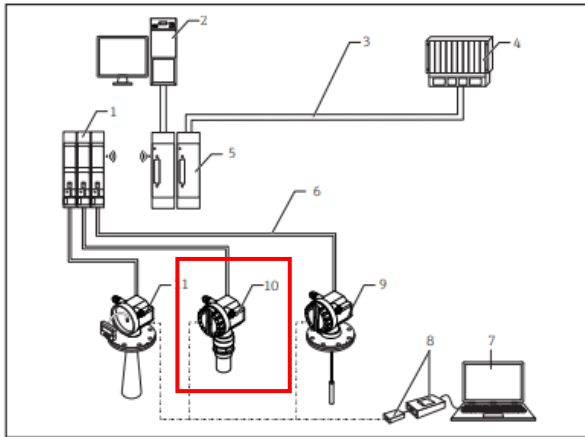
Pemasangan sensor pada konstruksi *main boom scrapper* menggunakan metode langsung sama seperti gambar A dan pembautan langsung dengan ulir sensor seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. 6 Pemasangan Sensor FMU41
(Sumber: Endress hauser)

4.4.4 Komunikasi Sensor FMU 41

Sistem komunikasi di *reclaimer* menggunakan *PLC* untuk mengintegrasikan semua komponen yang ada di semua bagiannya. Tentunya untuk dapat memanfaatkan sensor harus diintegrasikan dengan sistem *PLC* terlebih dahulu. Sensor yang telah terpasang, maka harus disambungkan ke kabel power agar dapat digunakan. Kemudian sensor tersebut harus diatur parameternya sesuai dengan kondisi di area sekitar. Pada dasarnya, sensor ini akan bekerja untuk mendeteksi jarak titik membran dengan permukaan material, lalu nilai jarak tersebut akan dikonversi ke sinyal 4-20 mA yang mana akan diterima oleh modul sensor didalam kabin. Kemudian sinyal tersebut akan dikonversi melalui *profibus* yang terhubung ke sistem *PLC* untuk menjadi nilai jarak sebenarnya yang akan ditampilkan ke layar monitor. Sistem komunikasi pada sensor menuju *PLC* dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. 7 Sistem Komunikasi Sensor dan PLC
(Sumber: Endress hauser)

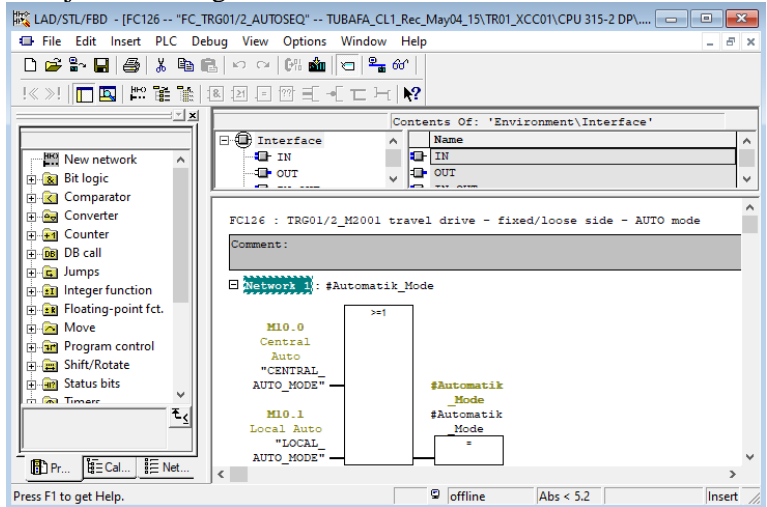
Keterangan:

1. *Interface module*
2. Komputer atau layer monitor kabin
3. Bus atau kabel koneksi
4. *Programmable logic controller (PLC)*
5. *Gateway for MODBUS, FIP, PROFIBUS, INTERBUS, dsb.*
6. 4-20 mA
7. *Fieldcare* atau perangkat akses langsung
8. *Commubox FXA291* dengan *ToF Adapter FXA291*
9. *Levelflex M*
10. *Prosonic M*
11. *Micropilot M* dengan *display* dan modul operasi

4.5 Modifikasi Program *Programmable Logic Controller*

Fungsi-fungsi yang dijalankan pada *reclaimer* diatur oleh program *PLC*, program ini digunakan untuk mengoperasikan seluruh bagian di *reclaimer*. Pada setiap bagiannya memiliki sebuah fungsi yang terintegrasi ke beberapa fungsi lainnya. Sehingga kesinambungan itulah yang menjadikan *reclaimer* dapat bekerja dengan baik.

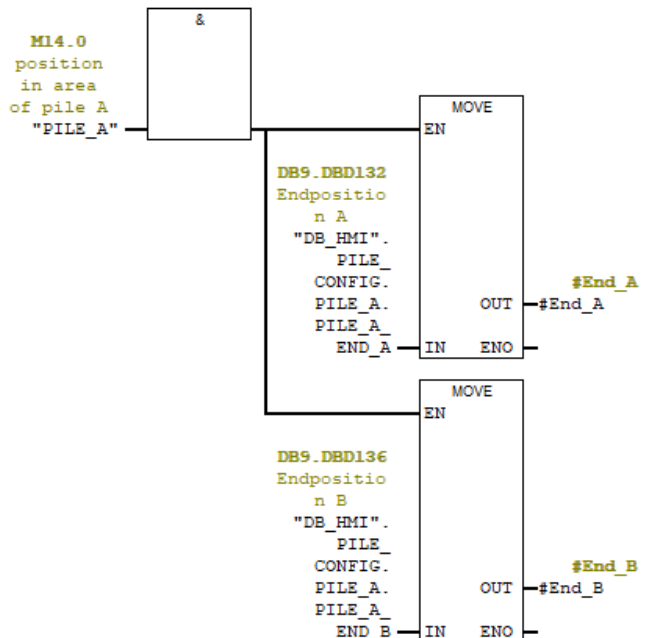
- b. Pada gambar 4.8 telah terlihat sebuah informasi dari program yang diterapkan ke *reclaimer* batubara. Terdapat berbagai macam fungsi untuk menjalankan *reclaimer*. Modifikasi fungsi dilakukan di FC126 *Auto sequence*, ditunjukkan oleh gambar dibawah ini:



Gambar 4. 9 FC126 Auto sequence
(Sumber: Dokumen Peneliti)

- c. Setiap FC berisi beberapa *network* yang merupakan fungsi logika untuk membuat sebuah FC berjalan sesuai keinginan pemrogram. Pada FC126 terdapat 29 network yang membentuk satu kesatuan untuk dapat menjalankan perintah *auto sequence*. *Auto sequence* merupakan sebuah fungsi logika yang ada di program *PLC reclaimer* agar dapat menjalankan fungsi pergerakan otomatis dalam proses pengangkutan material. Berikut ini merupakan *network 7* yang membatasi pergerakan *reclaimer* di *pile A*:

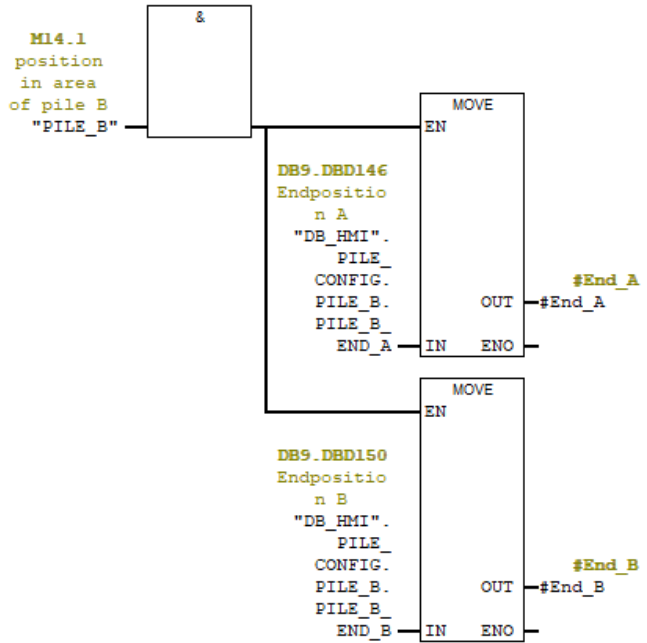
□ Network 7 : pile A endpositions



Gambar 4. 10 Pile A End Positions
(Sumber: Dokumen Peneliti)

- d. Pembatasan pergerakan *reclaimer* di *pile* B dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

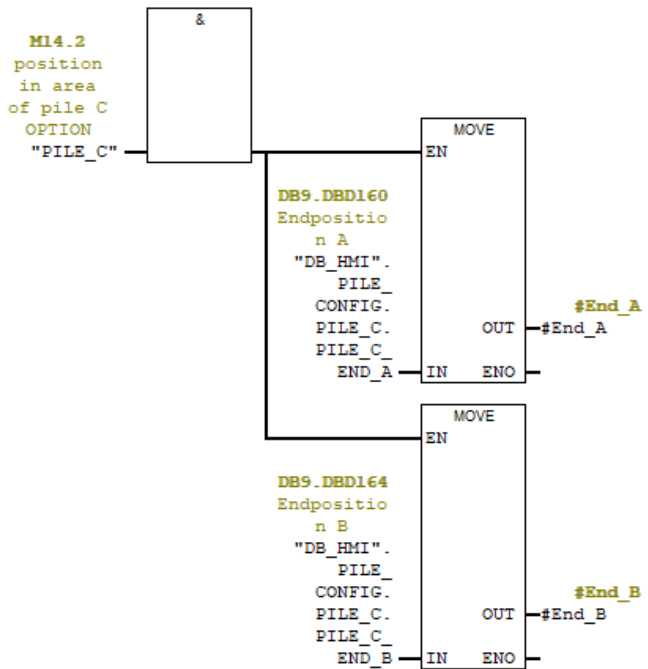
□ Network 8 : pile B endpositions



Gambar 4. 11 Pile B End Positions
(Sumber: Dokumen Peneliti)

- e. Pembatasan pergerakan *reclaimer* di *pile C* dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

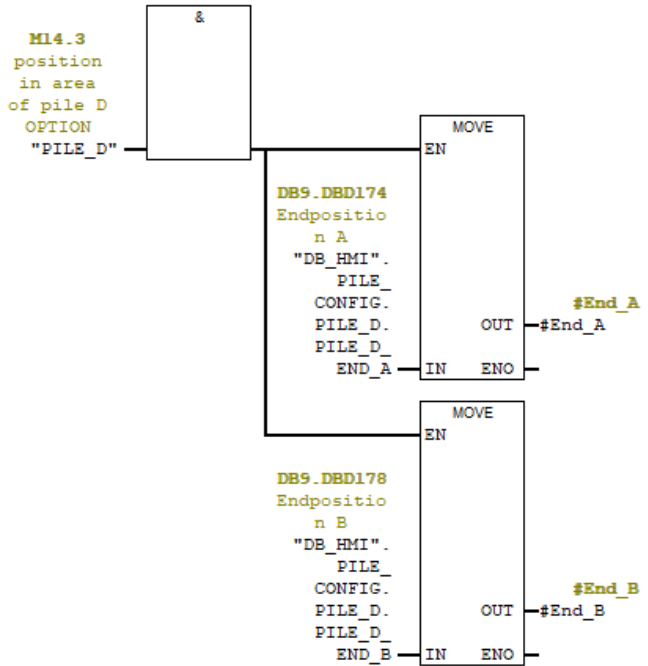
□ Network 9 : pile C endpositions



Gambar 4. 12 Pile C End Positions
(Sumber: Dokumen Peneliti)

- f. Pembatasan pergerakan *reclaimer* di *pile* D dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

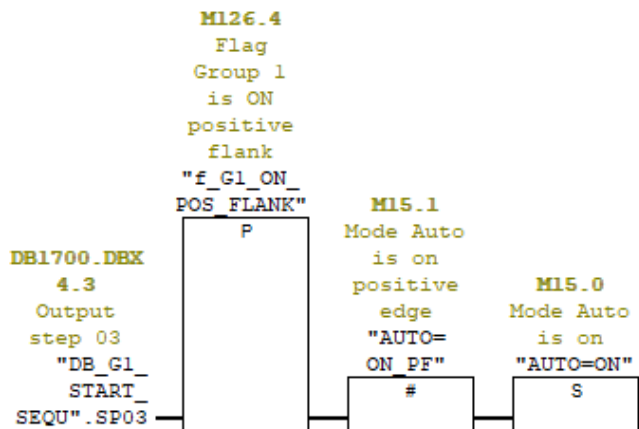
□ Network 10 : pile D endpositions



Gambar 4. 13 Pile D End Positions
(Sumber: Dokumen Peneliti)

- g. Program ini bisa difungsikan pada saat *reclaimer* berada pada kondisi *automatic central*, artinya *reclaimer* dikontrol oleh operator dari ruang kontrol sentral. Sehingga pada saat memulai penggarukan material, *reclaimer* harus dalam posisi otomatis dan mengaktifkan *relay output S*, fungsi tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

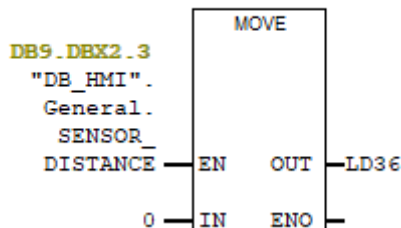
☐ Network 11 : set: AUTO mode is ON



Gambar 4. 14 Set Auto Mode On
(Sumber: Dokumen Peneliti)

- h. Memberi nilai sebagai acuan untuk pergerakan *reclaimer*, dari fungsi tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

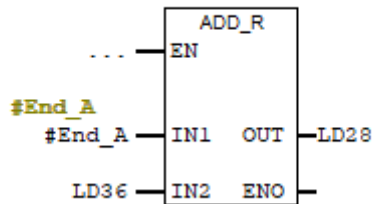
☐ Network 29 : Title:



Gambar 4. 15 Value Parameter Sensor
(Sumber: Dokumen Peneliti)

- i. Tujuan dari modifikasi ini untuk membuat *reclaimer* bergerak dengan jarak menyempit secara bertahap, oleh karena itu dengan fungsi logika kalkulasi penambahan ini akan membuat parameter jarak bertambah, fungsi tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

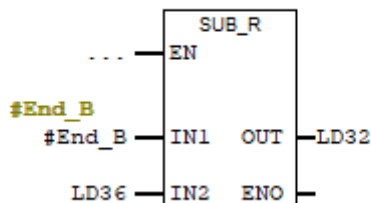
□ Network 14 : Addition Range



Gambar 4. 16 Addition Range
(Sumber: Dokumen Peneliti)

- j. Sebaliknya dengan tujuan tersebut, maka harus dibuatkan fungsi yang kontra agar nilai jarak *reclaimer* dapat berkurang, sehingga pada akhirnya rentang jarak *reclaimer* dapat mengecil, fungsi tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

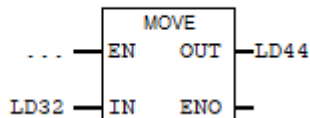
□ Network 15 : Subtraction Range



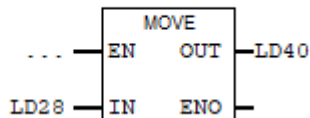
Gambar 4. 17 Subtraction Range
(Sumber: Dokumen Peneliti)

- k. Nilai kalkulasi tersebut kemudian dipindahkan ke bentuk variable lain, agar dapat digunakan *inputan* untuk fungsi operasi otomatis menambah atau mengurangi rentang jarak pada parameter *reclaimer*, fungsi tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

☐ Network 16 : Convert Value Add



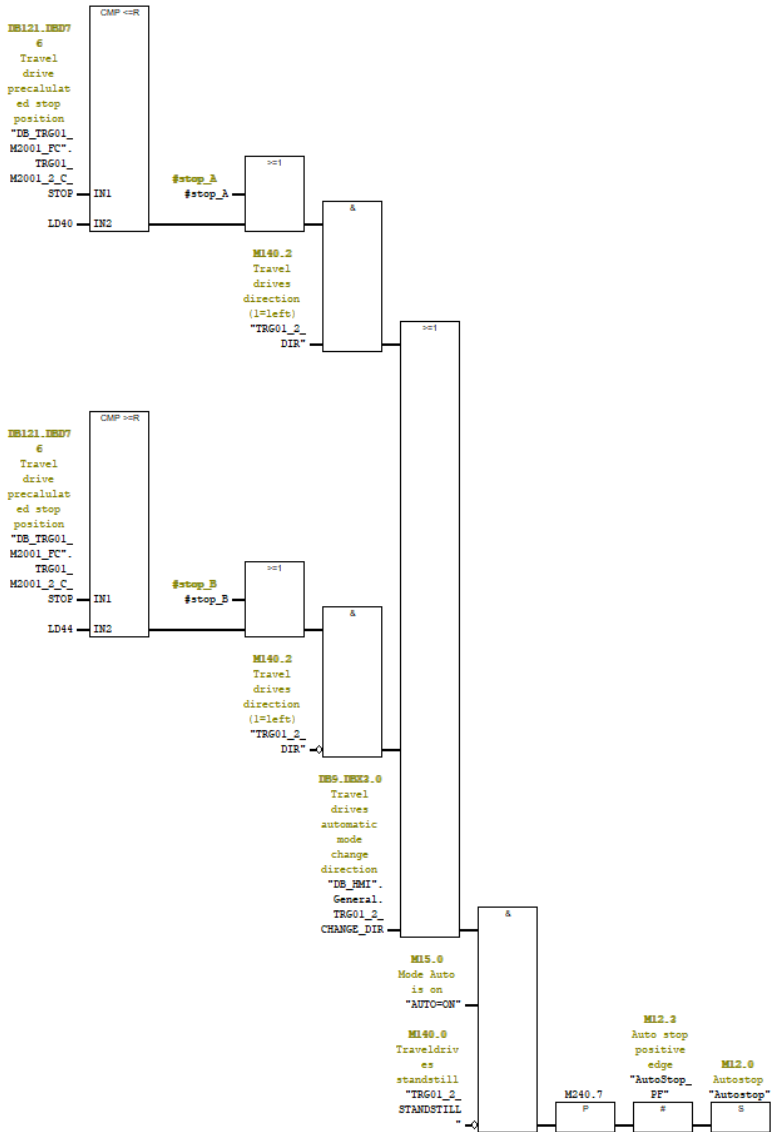
☐ Network 17 : Convert Value Sub



Gambar 4. 18 Move Variable
(Sumber: Dokumen Peneliti)

- l. Hasil dari kalkulasi penambahan maupun pengurangan jarak kemudian digunakan sebagai variable acuan untuk menentukan posisi *reclaimer* harus berhenti, fungsi tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

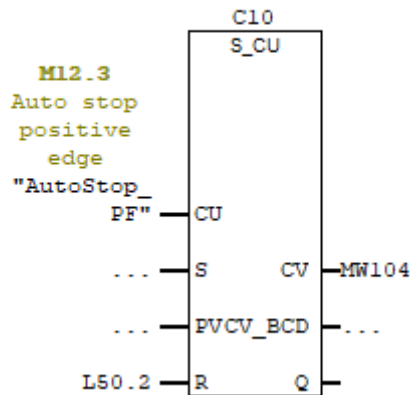
□ Network 20 : Mode terraces



Gambar 4. 19 Mode Terraces
(Sumber: Dokumen Peneliti)

- m. Pada saat proses penggarukan di *reclaimer* sudah mencapai batas rentang yang telah ditentukan, artinya jarak pada *reclaimer* harus diatur ulang atau dinolkan, fungsi tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

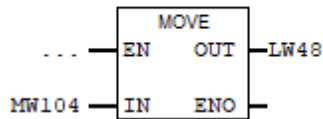
□ Network 22 : Title:



Gambar 4. 20 Reset Range Travel
(Sumber: Dokumen Peneliti)

- n. Untuk menjaga *travel reclaimer* tetap dalam kondisi ideal atau tidak terlalu cepat mencapai batasnya, maka kalkulasi pertambahan dan pengurangan harus diatur dengan tempo yang tepat. Oleh karena itu, kalkulasi diatur agar hanya bisa berubah ketika *reclaimer* telah mencapai lima kali *travel* di setiap ujungnya, fungsi tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

Network 23 : Title:



Network 24 : Title:

```

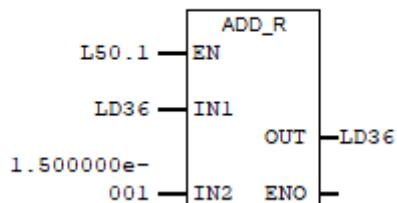
A(
L   LW   48
L   5
>=I
)
FP   L   50.0
=    L   50.1
A    L   50.1
=    L   50.2

```

Gambar 4. 21 Setting Gap Calc Travel
(Sumber: Dokumen Peneliti)

- o. Setiap perubahan kalkulasi jarak maka akan ditambah atau dikurang 15 cm tiap ujungnya, fungsi tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

Network 25 : Title:

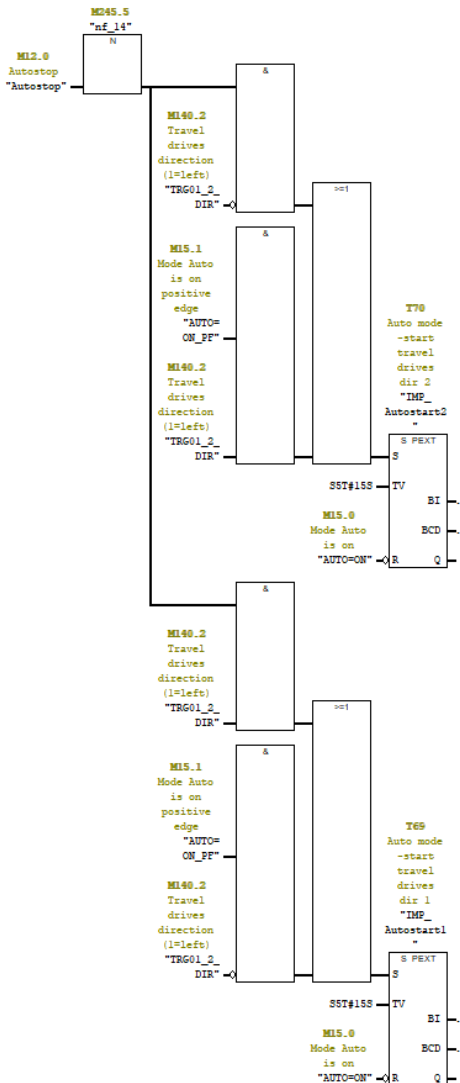


Gambar 4. 22 Move Gap Travel Calculation
(Sumber: Dokumen Peneliti)

- p. Setelah dilakukan pengaturan parameter terkait *interval* perubahan kalkulasi, jarak *travel* dan nilai pembacaan sensor yang dijadikan acuan untuk mengatur pergerakan *reclaimer* maka *inputan* tersebut direalisasikan agar *reclaimer* dapat otomatis bergerak sesuai dengan

modifikasi parameter yang telah dibuat, fungsi tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

Network 27 : Title:



Gambar 4. 23 Moving Reverse Reclaimer
(Sumber: Dokumen Peneliti)

4.6 Penentuan Jarak Optimal Permukaan Terasering

Hasil yang didapatkan dari pemanfaatan nilai jarak sensor *prosonic* pada program modifikasi ialah adanya perbedaan kinerja *travel* pada *reclaimer*. Perbedaan tersebut mengakibatkan terbentuknya permukaan material batubara menjadi berpola terasering. Namun pada prosesnya terdapat ujicoba jarak optimal yang dapat diterapkan pada proses penggarukan batubara di *stockpile*. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi penentuan jarak optimal untuk menjaga kestabilan material batubara, yaitu:

- a. *Main boom scrapper* akan turun sebanyak 3 cm apabila *reclaimer* sudah mencapai batas ujung rentang perjalanan penggarukan pada material batubara.
- b. Tinggi maksimal gundukan material batubara adalah 10 meter.
- c. Rentang jarak minimal *travel reclaimer* adalah 15 meter.

Hal-hal yang harus diperhatikan untuk menentukan jarak optimal pembentukan pola terasering diantaranya ialah tingkat kecuraman pada hasil penggarukan *scrapper*, semakin tinggi penggarukan *scrapper* dengan jarak yang pendek maka akan menimbulkan tingkat kecuraman yang tinggi pula dan mudah bagi material untuk longsor. Kemudian tingkat efektifitas *travel*, hal ini berkaitan dengan parameter rentang jarak *travel reclaimer* yang telah ditentukan oleh operator, jika jarak terlalu pendek maka material tidak akan tergaruk terlalu dalam dan akan mencapai dasar sebelum rentang jarak *travel* selesai, namun jika jarak terlalu 84rastic material tidak akan tergaruk maksimal dan akan menyisakan gundukan setelah rentang jarak *travel* selesai. Selain itu, stabilitas tebingan harus diperhatikan karena menentukan seberapa kuat hasil pola terasering mempertahankan bentuknya agar tidak mudah longsor. Berikut ini merupakan 84rast perbandingan dari uji coba penentuan jarak yang optimal:

Tabel 4. 5 Pembentukan Pola Terasing

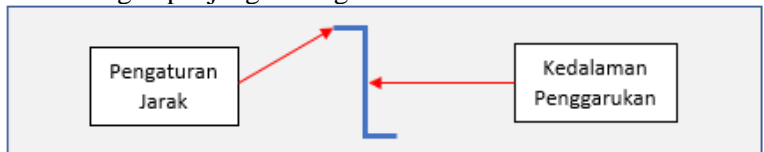
No	Sampel	Jarak (cm)	Siklus (kali)	Kecuraman	Efektifitas Travel	Stabilitas Tebingan	Total Nilai Klasifikasi
1	A1	5	5	5	1	1	7
2	A2	10	5	4	3	2	9
3	A3	15	5	3	5	3	11
4	A4	20	5	2	4	4	10
5	A5	25	5	2	2	4	8
6	A6	30	5	2	1	5	8
7	A7	35	5	1	1	5	7

- Klasifikasi:

1. Sangat Tinggi = 5
2. Tinggi = 4
3. Sedang = 3
4. Rendah = 2
5. Sangat Rendah = 1

Pola terasing yang terbentuk dari hasil uji coba dapat dilihat dari penggambaran permukaan material berikut ini:

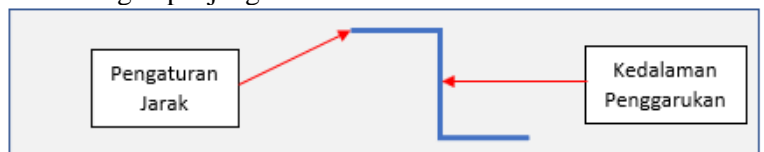
- Jarak dengan panjang kurang dari 10 cm



Gambar 4. 24 Pengaturan Jarak Pendek

(Sumber: Dokumen Peneliti)

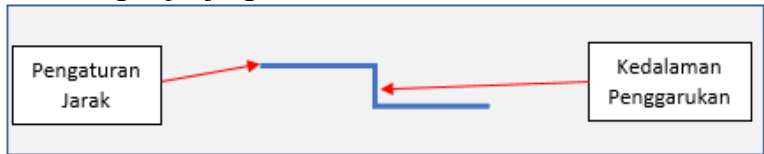
- Jarak dengan panjang 11 – 20 cm



Gambar 4. 25 Pengaturan Jarak Sedang

(Sumber: Dokumen Peneliti)

- Jarak dengan panjang lebih dari 21 cm



Gambar 4. 26 Pengaturan Jarak Panjang
(Sumber: Dokumen Peneliti)

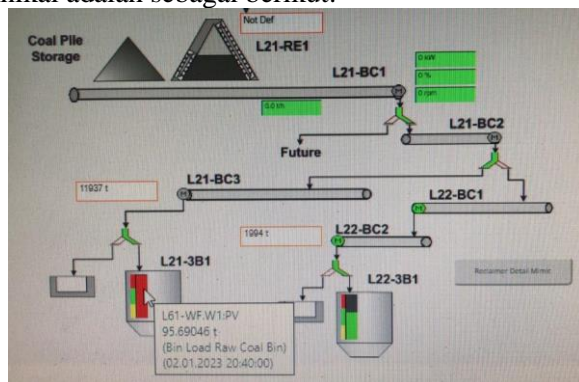
Data yang digunakan pada penentuan jarak optimal untuk mendapatkan pola terasering yang baik ialah pada saat gundukan material mencapai tinggi 7 meter dan rentang jarak *travel reclaimer* sejauh 20 meter. Penentuan klasifikasi pada jarak optimal dilakukan dengan cara *monitoring* pada kinerja *reclaimer* dengan memperhatikan kondisi 86rasti pada permukaan material batubara. Hasil penentuan jarak terlihat bahwa sampel A3 memiliki tingkat pembentukan pola terasering yang optimal dibandingkan sampel yang lainnya. Sampel A3 memiliki dimensi pola terasering dengan tinggi 15 cm dan lebar 15 cm yang mana menjadi titik maksimal untuk dijadikan pola terasering. Hal tersebut juga didasarkan pada total nilai klasifikasi yang paling tinggi diantara ketujuh sampel dan hasil monitoring selama *reclaimer* bekerja untuk menggaruk material batubara.

4.7 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Optimalisasi

Penentuan optimalisasi sensor *prosonic FMU41* terhadap kinerja *reclaimer* dalam melakukan proses transportasi batubara ke *raw coal bin* dilakukan dengan cara membandingkan *running time reclaimer* pada saat sebelum dan sesudah dilakukan modifikasi pada program *PLC*. Data sampel yang digunakan untuk dijadikan perbandingan diambil dari sistem informasi teknikal PT Solusi Bangun Indonesia. Data yang digunakan yaitu kapasitas maksimum volume *raw coal bin*, *runtime reclaimer* sebelum dan sesudah optimalisasi. Berikut ini data yang digunakan untuk menentukan hasil optimalisasi sensor *FMU41* terhadap kinerja *reclaimer*:

a. Kapasitas volume *bin raw coal*

Bin raw coal menjadi tempat penyimpanan sementara sebelum batubara dihancurkan hingga menjadi bentuk debu dan kemudian diumpungkan ke burner sebagai bahan bakar *kiln*. Terdapat dua *bin raw coal* yang ada di PT Solusi Bangun Indonesia karena terdapat dua jalur produksi semen. Kapasitas maksimal yang dapat ditampung oleh masing-masing *bin* ialah sebanyak 100 ton batubara. Penampakan pada sistem informasi teknikal adalah sebagai berikut:

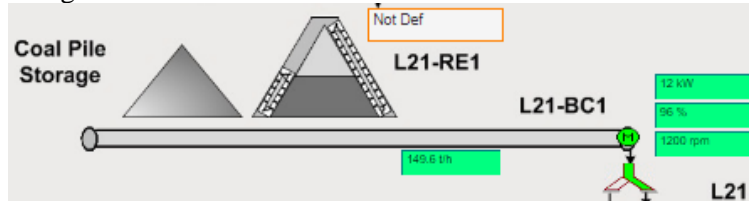


Gambar 4. 27 Kapasitas Maksimal Bin Batubara
(Sumber: TIS SBI)

Keterangan:

- Volume maksimal *bin* L21-3B1 = 100 ton
 - Volume maksimal *bin* L22- 3BI = 100 ton
- b. Kemampuan *reclaimer* mendistribusikan batubara
- Reclaimer* memiliki fungsi untuk mendistribusikan batubara ke dua *raw coal bin*. Namun dalam satu proses kinerja *reclaimer* hanya dapat digunakan untuk mengisi satu *bin*. Artinya *bin raw coal* diisi secara bergantian tergantung dari volume *bin* tersebut. *Reclaimer* memiliki kapasitas distribusi maksimal sebanyak 150 ton per jam. Sedangkan harus dapat memenuhi target pengisian pada dua *bin raw coal* dengan total volume 200 ton.

Penampakan pada sistem informasi teknikal adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 28 Tonnase Batubara Reclaimer
(Sumber: TIS SBI)

c. Durasi *idle reclaimer* batubara

Reclaimer batubara menjadi alat yang penting bagi produksi semen karena *reclaimer* memasok batubara ke dua jalur *bin* untuk memenuhi kebutuhan pembakaran *kiln*. Oleh karena itu, durasi *idle reclaimer* harus diperhatikan agar tidak ada keterlambatan dalam distribusi batubara. Untuk mendapatkan durasi waktu *idle* maka harus memperhatikan kecepatan distribusi *reclaimer*, kapasitas *bin raw coal* dan *feed rate coal mill*. Perhitungan durasi *idle reclaimer* adalah sebagai berikut:

- Kecepatan distribusi *reclaimer* = 150 tph
- Kapasitas volume *bin raw coal* = 100 ton
- Rata-rata *feed rate coal mill* = 30 tph

1. Perhitungan material masuk *bin raw coal*

$$\frac{150 \text{ ton}}{60 \text{ menit}} = 2,5 \text{ ton/menit}$$

2. Perhitungan material masuk *coal mill*

$$\frac{20 \text{ ton}}{60 \text{ menit}} = 0,5 \text{ ton/menit}$$

3. Durasi waktu *bin* penuh
kapasitas maksimum *bin*

$$\frac{\text{durasi material masuk bin} - \text{material masuk coal mill}}{100 \text{ ton}} = \text{durasi bin penuh}$$

$$\frac{2,5 \frac{\text{ton}}{\text{menit}} - 0,5 \frac{\text{ton}}{\text{menit}}}{100 \text{ ton}} = 50 \text{ menit}$$

Artinya pada saat proses produksi berjalan, ketika *reclaimer* dan *coal mill* berjalan secara bersamaan, maka

waktu yang dibutuhkan oleh *reclaimer* untuk memenuhi *bin* satu yaitu selama 50 menit. Kemudian setelah *bin* satu penuh, *reclaimer* akan beralih untuk memenuhi *bin* dua dengan durasi selama 50 menit.

$$4. \text{ Total waktu } \textit{reclaimer} \text{ memenuhi kedua } \textit{bin} \\ 50 \textit{ menit} + 50 \textit{ menit} = 100 \textit{ menit}$$

$$5. \text{ Durasi material di } \textit{bin} \text{ habis} \\ \frac{\text{Kapasitas volume } \textit{bin} \textit{ raw coal}}$$

$$\frac{\text{Rata – rata } \textit{feed rate coal mill}}{\text{Rata – rata } \textit{feed rate coal mill}} \\ = \textit{durasi bin kosong}$$

$$\frac{100 \textit{ ton}}{30 \textit{ ton/jam}} = 3,33 \textit{ jam atau 200 menit}$$

$$6. \text{ Durasi waktu } \textit{reclaimer} \text{ dapat } \textit{idle} \\ \textit{durasi bin kosong} - \textit{durasi bin penuh} \\ = \textit{durasi reclaimer idle} \\ 200 \textit{ menit} - 50 \textit{ menit} = 150 \textit{ menit}$$

Idealnya *reclaimer* mampu memenuhi kebutuhan dua *raw coal bin* hanya dalam waktu 100 menit. Sedangkan durasi waktu yang menjadi batas *reclaimer* diperbolehkan *idle* atau *standby* setelah *raw coal bin* terpenuhi volumenya adalah selama 150 menit. Apabila *reclaimer* tidak dapat dijalankan dalam durasi waktu tersebut, *raw coal bin* akan kosong dan tidak ada bahan bakar untuk membakar material di *kiln*.

d. *Runtime reclaimer* sebelum optimalisasi

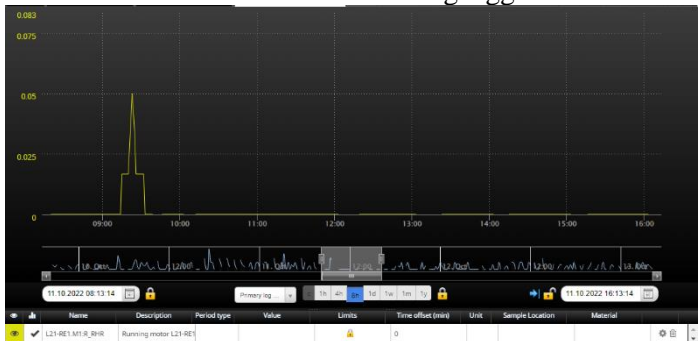
Data *sample* yang digunakan untuk penelitian ini yaitu pada tanggal 11 Oktober 2022 jam 00:13:14 hingga pada tanggal 12 Oktober 2022 jam 00:13:14. Data *sample runtime reclaimer* dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

1. Data *sample* pada tanggal 11 Oktober 2022 jam 00:13:14 hingga 08:13:14 menunjukkan bahwa keseluruhan *runtime reclaimer* dalam keadaan normal, artinya durasi *idle reclaimer* masih dalam batas wajar.



Gambar 4. 29 Runtime Reclaimer Sebelum Optimasi 1
(Sumber: TIS SBI)

- Data *sample* pada tanggal 11 Oktober 2022 jam 08:13:14 hingga 16:13:14 menunjukkan adanya ketidaknormalan pada *runtime reclaimer*. Hal tersebut dapat ditandai dengan tidak adanya aktifitas kinerja *reclaimer* pada jam 09.35 hingga 17.50 yang mana durasi *idle reclaimer* mencapai 505 menit. Waktu tersebut tentu saja melebihi lama durasi *reclaimer* diijinkan untuk *idle*. Akibatnya proses distribusi batubara ke *bin raw coal* terganggu.



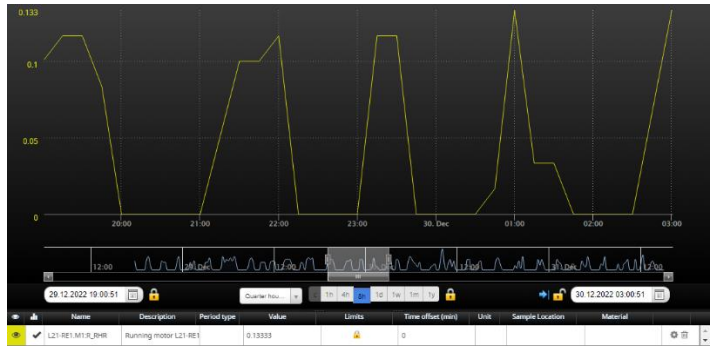
Gambar 4. 30 Runtime Reclaimer Sebelum Optimasi 2
(Sumber: TIS SBI)

3. Data sampel pada tanggal 11 Oktober 2022 pada jam 16:13:14 hingga pada tanggal 12 Oktober 2022 jam 00:13:14 menunjukkan keadaan normal setelah dilakukan perbaikan akibat adanya longsor material yang menimbun *main boom scrapper* sehingga harus dilakukan evakuasi. Hal ini dibuktikan dengan tidak adanya durasi *idle* yang lama yakni keseluruhan grafik menunjukkan kurang dari 150 menit.



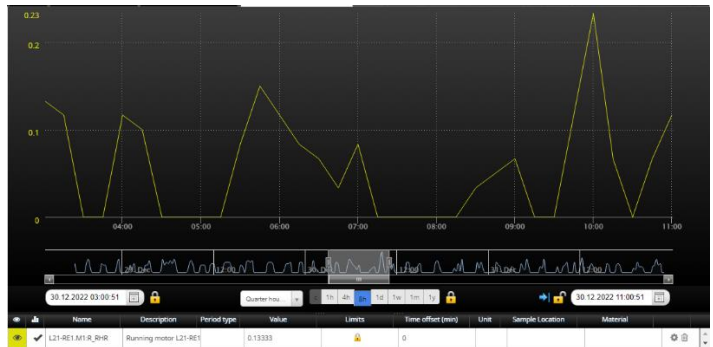
Gambar 4. 31 Runtime Reclaimer Sebelum Optimalisasi 3
(Sumber: TIS SBI)

- e. *Runtime reclaimer* setelah optimalisasi
 1. Data sampel pada tanggal 29 Desember 2022 jam 19:00:51 hingga pada tanggal 30 Desember 2022 jam 03:00:51 menunjukkan bahwa kinerja *reclaimer* normal, artinya tidak ada durasi waktu yang menunjukkan bahwa *idle* diatas 150 menit.



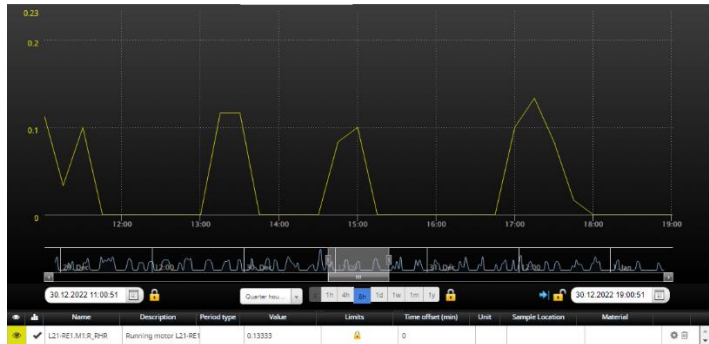
Gambar 4. 32 Runtime Reclaimer Sesudah Optimasi 1
(Sumber: TIS SBI)

- Data sampel pada tanggal 30 Desember 2022 pada jam 03:00:51 hingga 11:00:51 menunjukkan bahwa kinerja *reclaimer* normal, artinya tidak ada durasi waktu yang menunjukkan bahwa *idle* diatas 150 menit.



Gambar 4. 33 Runtime Reclaimer Sesudah Optimasi 2
(Sumber: TIS SBI)

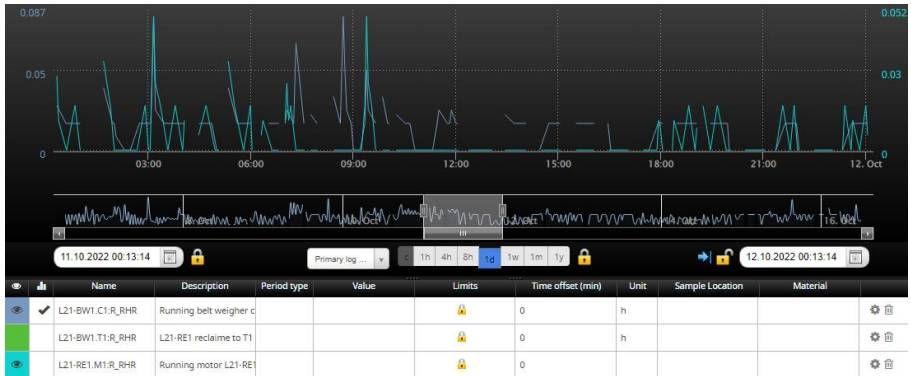
- Data sampel pada tanggal 29 Desember 2022 pada jam 11:00:51 hingga 19:00:55 menunjukkan bahwa kinerja *reclaimer* normal, artinya tidak ada durasi waktu yang menunjukkan bahwa *idle* diatas 150 menit.



Gambar 4. 34 Runtime Reclaimer Sesudah Optimasi 3
(Sumber: TIS SBI)

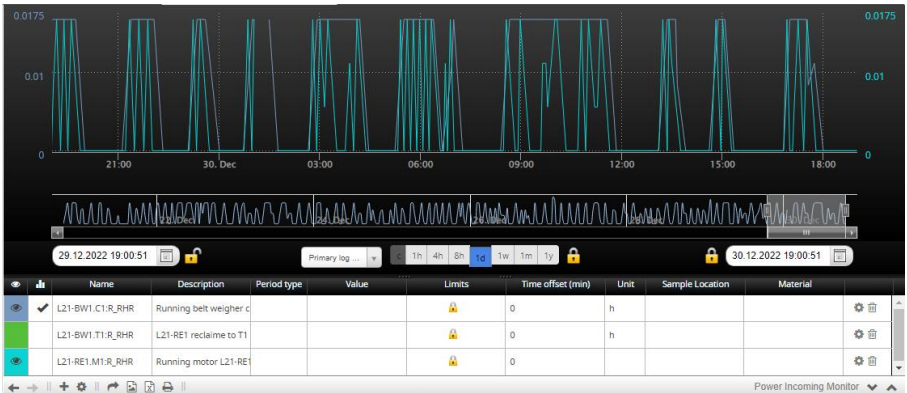
4.8 **Trend Efektivitas Reclaimer Dalam Produksi**

Reclaimer batubara sering mengalami permasalahan pada proses produksi, salah satunya pergerakan *reclaimer* yang stagnan pada rentang jarak tertentu mengakibatkan adanya pembentukan *tebing* pada ujung sisi material, hal tersebut menyebabkan longoran material batubara menghambat pergerakan *reclaimer* dan seringkali menimbun *main boom scrapper*. Kejadian tersebut akan menghentikan proses produksi *reclaimer* karena motor penggerak *trip* karena mengalami kelebihan beban sehingga akan mengganggu proses distribusi batubara ke *raw coal bin*. Grafik proses produksi di area *reclaimer* menunjukkan efektivitas yang rendah dari segi kinerja *reclaimer*. Hal tersebut ditunjukkan oleh ketidakteraturan indikasi running di motor penggerak *reclaimer* dan *belt conveyor* sebagai transportasi menuju *raw coal bin*. Data ini dihimpun dari sistem informasi teknikal yang menunjukkan serangkaian grafik untuk *reclaimer* dan *belt conveyor* selama rentang waktu 24 jam pada tanggal 11 Oktober 2022 hingga 12 Oktober 2022. Gambar grafik tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. 35 Trend Running Reclaimer Sebelum Modifikasi
(Sumber: TIS SBI)

Namun setelah adanya proses modifikasi pada program *PLC reclaimer*, yakni dengan menggunakan data dari sensor FMU41 yang kemudian diintegrasikan dengan proses kerja *reclaimer* menghasilkan pembentukan *pile* yang cukup signifikan baiknya. *Reclaimer* menjadi lebih jarang dalam proses produksinya untuk berhenti yang disebabkan oleh adanya gangguan dari longsor material, selain itu dengan lancarnya proses produksi maka akan menjaga kestabilan dari sumber daya batubara untuk pembakaran di *kiln*. Data grafik yang diambil dari sistem informasi teknikal dalam rentang waktu 24 jam pada tanggal 30 Desember 2022 hingga 31 Desember 2022 menunjukkan keseragaman dalam hal intensitas running maupun *stop*, artinya efektivitas *reclaimer* menjadi lebih tinggi setelah adanya modifikasi pada program *PLC*. Gambar grafik tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. 36 Trend Running Reclaimer Setelah Modifikasi
(Sumber: TIS SBI)

Data sampel yang digunakan untuk membandingkan hasil kinerja *reclaimer* setelah optimasi yaitu pada tanggal 11 Oktober 2022 merupakan hasil dari kejadian longsoran material yang menimbun *main boom scrapper*. Hasilnya *reclaimer* tidak dapat dijalankan karena adanya kerusakan pada sensor dan bagian konstruksi *main boom* tertimpa material. Gambar dari kondisi tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



(a)



(b)

Gambar 4. 37 (a) Tebing Hasil Penggarukan, (b) Main Boom Tertimbun Material
(Sumber: Dokumen Pribadi)

Sedangkan *trend* yang baik dibuktikan dengan hasil dari penggarukan *reclaimer* yang membentuk pola terasering pada permukaan material batubara. Pola tersebut akan membantu menjaga material agar tidak mudah longsor ke area rentang jarak pergerakan *reclaimer*. Sehingga *reclaimer* akan terjaga efektivitas kerjanya dan dapat memenuhi kebutuhan *raw coal* pada kedua *bin raw coal*. Gambar dari pola terasering tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. 38 Pola Terasering
(Sumber: Dokumen Peneliti)

Berdasarkan lama durasi waktu *idle reclaimer* dari sebelum dilakukan optimalisasi ke setelah dilakukan optimalisasi adalah efektivitas *reclaimer* naik karena masa durasi *idle reclaimer* selalu tercapai yakni tidak melebihi 150 menit.

4.8.1 Waktu Tempuh Pada Kinerja *Reclaimer*

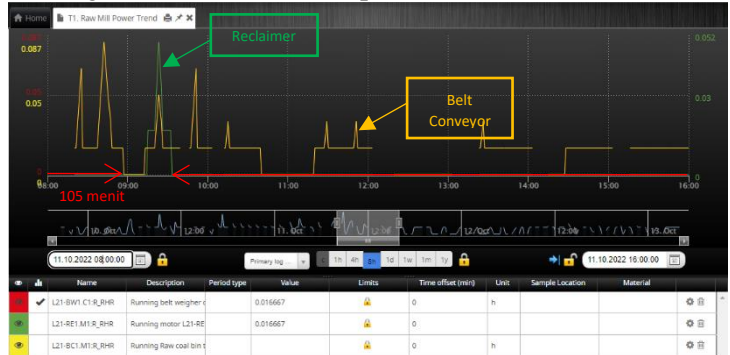
Terdapat perbedaan terkait *availability* pada *reclaimer* pada saat sebelum dan sesudah dilakukan optimalisasi. Hal tersebut dapat dilihat dari penjabaran grafik yang mana terdapat data *running motor belt conveyor* dan *running reclaimer*. Data yang diambil pada tanggal 11 Oktober 2022 menampilkan kinerja *reclaimer* sebelum optimalisasi dan tanggal 29 Desember 2022 menampilkan kinerja *reclaimer* setelah optimalisasi pada rentang waktu 24 jam, data tersebut membandingkan keselarasan antara kinerja *reclaimer* dan *belt conveyor* dalam menyalurkan material batubara ke *bin coal*. Berikut ini merupakan data perbandingan grafik antara *reclaimer* dan *belt conveyor* sebelum adanya optimalisasi, *trend* warna kuning merepresentasikan *running belt conveyor* dan *trend* hijau merepresentasikan *reclaimer*:

a. *Trend* grafik pertama sebelum optimalisasi



Terlihat pada grafik diatas bahwa pada rentang waktu delapan jam bekerja, tidak ada permasalahan pada *reclaimer*, durasi waktu terlama *stop reclaimer* hanya 40 menit, selain itu berkisar selama 15 sampai 20 menit yang mana menjadi batas wajar *reclaimer* beroperasi. Durasi waktu tersebut normal untuk penggunaan produksi pada *reclaimer*.

b. *Trend* grafik kedua sebelum optimalisasi



Terlihat pada grafik diatas bahwa pada rentang waktu delapan jam bekerja, *reclaimer* mengalami *stop running* selama 105 menit. Hal tersebut dapat menjadi indikasi bahwa terdapat beberapa kondisi, diantaranya *bin coal* penuh, operator mengurangi *feeding*, *reclaimer* mengalami permasalahan. Namun hal itu masih dalam batas wajar karena tidak melampaui batas waktu yang diijinkan untuk *stop reclaimer* yakni 150 menit.

c. *Trend* grafik ketiga sebelum optimalisasi



Terlihat pada grafik diatas bahwa pada rentang waktu delapan jam bekerja, *reclaimer* mengalami *stop running* terlama yakni selama 450 menit. Hal tersebut tentunya menyebabkan hambatan pada proses

penyaluran batubara ke *kiln*. Kemudian terdapat durasi waktu *stop* selama 95 menit dan 80 menit. Pada rentang waktu tersebut, *reclaimer* tidak mampu untuk mendistribusikan batubara sesuai dengan alur proses produksi sehingga memungkinkan produksi *clinker* tidak dapat dilakukan.

Data grafik diatas menunjukkan bahwa masih terdapat adanya ketidakefektifan pada kinerja *reclaimer* sebelum optimalisasi dilakukan. Terbukti dari durasi maksimal yang diperbolehkan *reclaimer* untuk *stop* yaitu selama 150 menit, aktualnya terdapat permasalahan yang menyebabkan *reclaimer* harus *stop* selama 450 menit. Pada kasus khusus ini durasi 99rasti terlama tersebut mengindikasikan bahwa *reclaimer* dapat mencapai tingkat efektif 33,3%. Adanya kondisi tersebut maka dilakukan optimalisasi pada sensor *prosonic*, agar tidak terjadi *shutdown time* lagi terhadap *reclaimer*. Data tersebut disajikan pada grafik dibawah ini:

a. *Trend* grafik pertama setelah optimalisasi



Terlihat pada grafik diatas bahwa pada rentang waktu delapan jam, *reclaimer* mengalami *stop running* dengan durasi waktu bervariasi dari 65 hingga 90 menit. Pada dasarnya hal tersebut tidak mempengaruhi proses

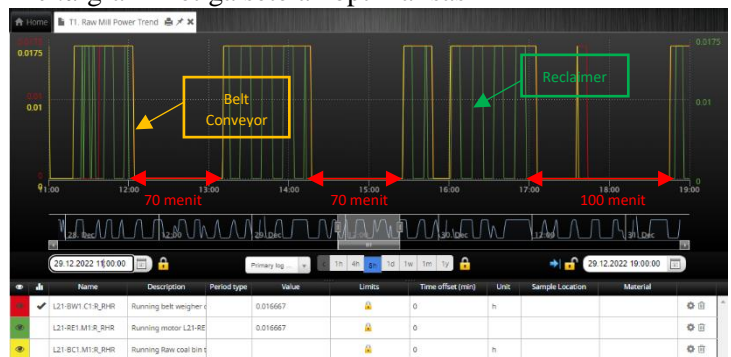
produksi karena masih dalam rentang waktu yang diperbolehkan untuk *stop*. Selain itu, pada rentang waktu tersebut *bin coal* masih memiliki stok material yang cukup untuk disalurkan ke kiln.

b. *Trend* grafik kedua setelah optimalisasi



Terlihat pada grafik diatas bahwa pada rentang waktu delapan jam, *reclaimer* mengalami *stop running* dengan durasi waktu bervariasi dari 60 hingga 90 menit. Pada dasarnya hal tersebut tidak mempengaruhi proses produksi karena masih dalam rentang waktu yang diperbolehkan untuk *stop*. Selain itu, pada rentang waktu tersebut *bin coal* masih memiliki stok material yang cukup untuk disalurkan ke *kiln*.

c. *Trend* grafik ketiga setelah optimalisasi



Terlihat pada grafik diatas bahwa pada rentang waktu delapan jam, *reclaimer* mengalami *stop running* dengan durasi waktu bervariasi dari 70 hingga 100 menit. Pada dasarnya hal tersebut tidak mempengaruhi proses produksi karena masih dalam rentang waktu yang diperbolehkan untuk *stop*. Selain itu, pada rentang waktu tersebut *bin coal* masih memiliki stok material yang cukup untuk disalurkan ke *kiln*.

Data grafik diatas menunjukkan bahwa *reclaimer* mampu terjaga *runtime*-nya selama proses produksi berlangsung. Hal tersebut terindikasi dari tidak adanya waktu yang melebihi batas diperbolehkannya *reclaimer* untuk *shutdown* yakni 150 menit. Setelah adanya optimalisasi durasi terlama *reclaimer* untuk stop yaitu selama 100 menit. Pada kasus khusus ini durasi terlama tersebut mengindikasikan bahwa *reclaimer* dapat mencapai tingkat efektif sebesar 150%.

Perbandingan sampel data sebelum dan setelah adanya optimalisasi menyatakan terdapat perbedaan keefektifan waktu tempuh *reclaimer* dalam mendukung proses produksi semen. Terdapat selisih sebesar 116,7% untuk waktu kerja *reclaimer* dalam rentang waktu 24 jam. Tentunya hal tersebut meningkat 101rastic yang sebelumnya hanya sebesar 33,3% sekarang menjadi 150%.