

Design of Coal Hauling System for Optimized Detection of Coal Hauler Status Based on RFID

Rancang Bangun Sistem Pengangkutan Batubara Untuk Optimalisasi Deteksi Status Unit Pengangkut Batubara Berbasis RFID

Yoni Widhi Prihana^{1*}, Mukhlisinurrahman¹, Rosmelia Cipta Primandani²

Abstract

PT Adaro Indonesia (PT AI) is one of the biggest coal mining companies in Indonesia located in South Kalimantan. PT AI manages 8 coal stock areas called Run of Mine (ROM). Coals from ROM are transported and blended to produce final coal products. The blending process is organized by the Dispatch Team. In carrying out its operations, the Dispatch Team is supported by The Radio Frequency Identification (RFID) system. This system utilises RFID units installed along the hauling road to generate production data. This research aims to improve RFID system so that the system is able to distinguish the status of empty and loaded coal hauler. This research succeeded in increasing the reading radius of the RFID reader from 15 meters to 35 meters and also changing the existing RFID system so that one RFID unit is able to distinguish the status of empty and loaded coal hauler units.

Keywords

Coal Hauling, Dispatch, Radio Frequency Identification

Abstrak

PT Adaro Indonesia (PT AI) merupakan salah satu perusahaan tambang batubara terbesar di Indonesia yang terletak di Kalimantan Selatan. PT AI mengelola 8 area stock batubara yang disebut Run of Mine (ROM). Batubara dari ROM diangkut dan dicampur untuk menghasilkan product akhir batubara. Proses pencampuran diatur oleh Tim Dispatch. Dalam menjalankan operasionalnya, Tim Dispatch disupport menggunakan sistem Radio Frequency Identification (RFID). Sistem ini memanfaatkan unit RFID yang terpasang di sepanjang jalan hauling untuk menghasilkan data produksi. Penelitian ini bertujuan untuk memodifikasi sistem RFID sehingga satu unit RFID mampu membedakan status pengangkut batubara kosong dan muatan. Penelitian ini berhasil menambah radius pembacaan reader RFID dari 15 meter menjadi 35 meter dan juga merubah sistem RFID yang ada sehingga satu unit RFID mampu membedakan status unit pengangkut batubara kosong dan muatan.

Kata Kunci

Coal Hauling, Dispatch, Radio Frequency Identification

¹ *PT Adaro Indonesia Site Tabalong, Kalimantan Selatan
Hauling Road KM 73, Wara, Kab. Tabalong, Kalimantan Selatan*

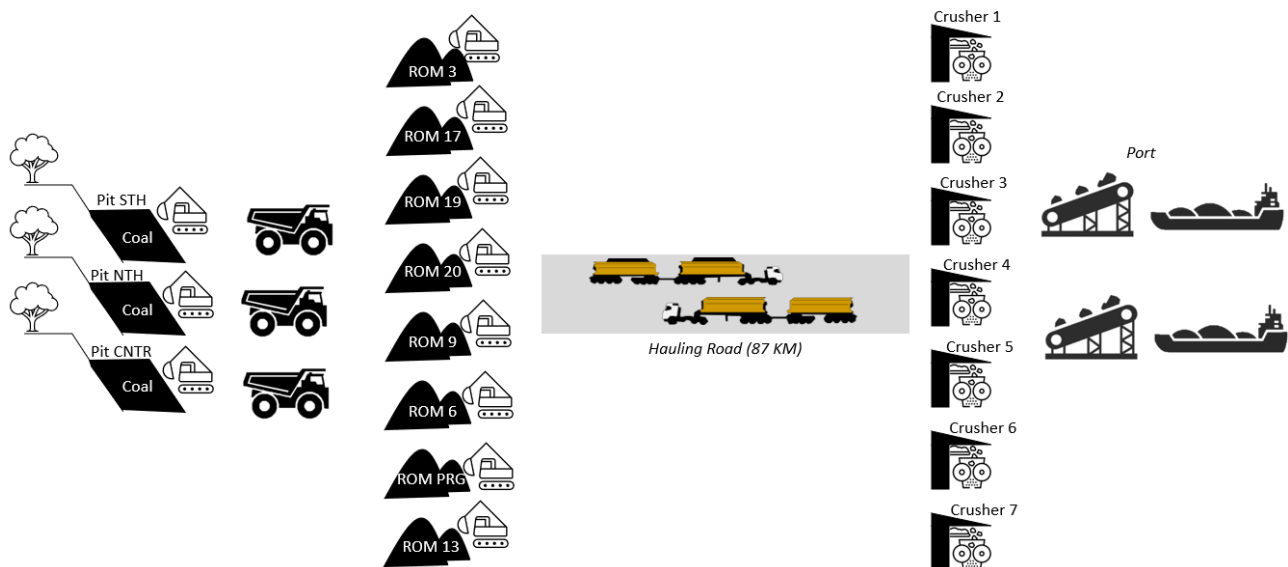
* yoniwidhi@gmail.com

Submitted : October 06, 2023. Accepted : November 22, 2023. Published : November 26, 2023.

PENDAHULUAN

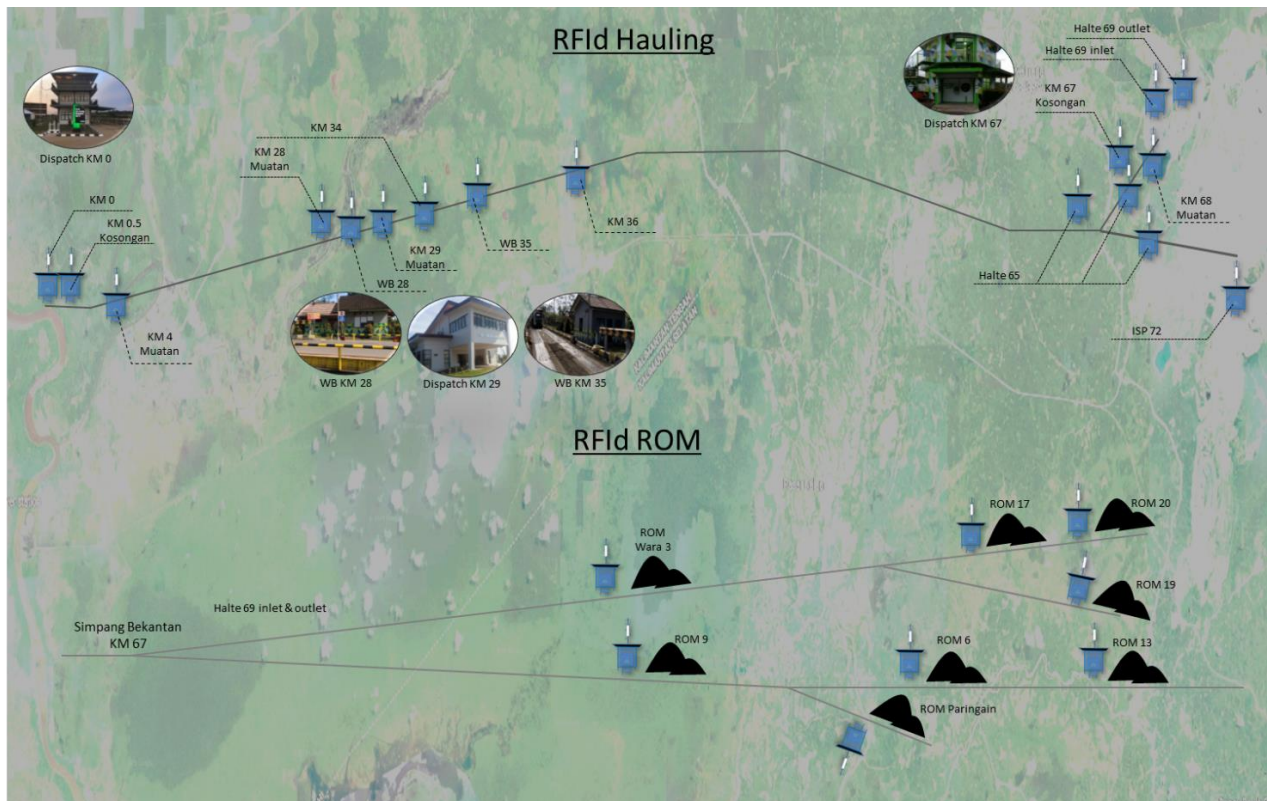
PT Adaro Indonesia (PT AI) adalah bagian dari PT Adaro Energy Indonesia Tbk dan merupakan anak perusahaan penambangan batubara terbesar dalam grup Adaro. Terletak di Kalimantan Selatan. Pada tahun 2022 PT AI memproduksi batubara sebesar 56 juta ton. Produk akhir batubara PT AI memiliki nama *Envirocoal*, batubara *sub-bituminus* dengan nilai kalori sedang dan kadar polutan yang sangat rendah. Rentang nilai kalori *Envirocoal* adalah 4000 kkal/kg sampai 5000 kkal/kg dan merupakan salah satu batubara paling bersih di pasar batubara termal dunia. PT AI memiliki cadangan sebesar 731 juta ton dan sumberdaya sebesar 3.3 miliar ton.

Operasional PT AI, sebagaimana [Gambar 1](#), diawali dengan penambangan di *pit*, PT AI mengelola 3 *pit* yang masing-masing *pit* memiliki lapisan batubara (*seam*) dengan *quality* yang bervariasi. *Seam* tersebut akan diklasifikasikan menjadi 81 *raw material* berdasarkan kalornya. Batubara hasil penambangan diangkut menggunakan *Heavy Duty Truck* dan disimpan di 8 *Run of Mine (ROM)*. *Raw material* ini kemudian diangkut dan dicampur untuk menghasilkan 5 produk akhir batubara melalui 7 *crusher*. Proses pengangkutan dan pencampuran batubara dari *ROM* ke *port* dilakukan menggunakan *trailer double vessel* disepanjang jalan *hauling* yang jarak terpanjangnya sejauh 87 KM. Proses pengangkutan dan pencampuran batubara disepanjang jalan *hauling* diatur oleh Tim Dispatch.



[Gambar 1](#). Operasional PT Adaro Indonesia

Dalam menjalankan operasionalnya, Tim Dispatch disupport menggunakan sistem *Radio Frequency Identification (RFID)*. Sistem ini memanfaatkan 25 unit *RFID* yang terpasang di sepanjang jalan *hauling* dari *Rom* ke *Port*, sebagaimana ilustrasi pada [Gambar 2](#). Pemilihan lokasi instalasi *RFID* ditentukan berdasarkan lokasi-lokasi penting dimana Tim Dispatch membutuhkan data operasional pada lokasi tersebut, seperti di *ROM*, halte, *workshop*, *parking bay* dan *weighbridge*. *RFID* akan membaca *tag* pada *trailer* yang melintas dan mengirimkan datanya ke aplikasi. Data hasil pengolahan aplikasi digunakan Tim Dispatch untuk memonitor pencapaian pengangkutan batubara. PT AI memiliki 3 dispatch yaitu Dispatch KM 67, Dispatch KM 29, dan Dispatch KM0. Masing-masing Dispatch memiliki fungsi berbeda untuk mengatur distribusi *trailer* dari *ROM* sampai ke *port*. Penelitian ini bertujuan untuk menambah radius pembacaan *reader RFID* yang awalnya hanya mampu membaca unit pada satu lajur menjadi mampu membaca pada 2 lajur sekaligus dan memodifikasi sistem sehingga sistem mampu membedakan status unit *trailer* kosong dan muatan.



Gambar 2 Ilustrasi Lokasi Instalasi RFId di Sepanjang Jalur Hauling

Radio Frequency Identification (RFId)

Radio Frequency Identification (RFId) merupakan sistem nirkabel yang terdiri dari dua komponen, tag dan reader. Teknologi RFID memanfaatkan medan elektromagnetik untuk mengirimkan data guna melakukan pembacaan dan pelacakan otomatis terhadap tag atau label objek [1], [2]. Reader RFID memancarkan gelombang radio dan menerima umpan balik sinyal dari tag. Sementara tag RFID merupakan perangkat yang menyimpan data informasi yang dapat dibaca oleh reader RFID pada frekuensi yang sama. Tag dapat bersifat aktif dan pasif. Tag aktif menggunakan baterai sebagai sumber energi untuk memancarkan gelombang elektromagnetik. Sementara tag pasif menggunakan pancaran gelombang elektromagnetik dari reader RFID untuk mengirimkan data informasi [3]. Frekuensi kerja RFID dikelompokkan kedalam beberapa pita frekuensi. Kecepatan data dan radius pembacaan RFID berbeda antara satu pita frekuensi dengan pita frekuensi yang lain sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1 [4].

Tabel 1 Pita frekuensi RFID dan karakteristiknya

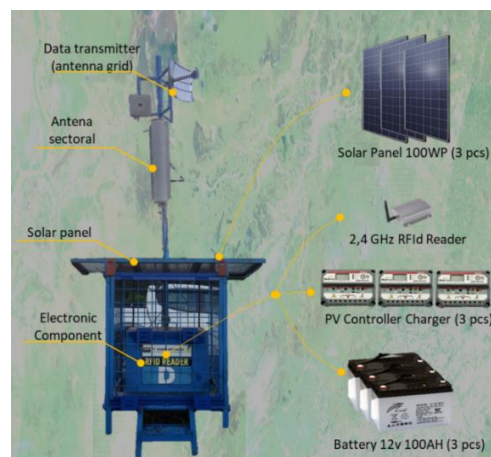
Item	LF	HF	UHF	Microwave
Band	125 KHz, 134 KHz	13.56 MHz	433 MHz, 865 MHz, 956 MHz	2.45 GHz, 5.8 GHz
Typical reading range	30 cm	1 m	<10 m passive tags, up to 100 m active tags	Up to 10 m
Typical data rate	<1 kbps	Tens of kbps	10-100 kbps	100 kbps
Main characteristics	Shaort range, low data, penetrates metal	Good range, good rate, penetrates water	Very good range, high rate, cant penetrate water or metal	Very good range, high rate, cant penetrate water or metal

Item	LF	HF	UHF	Microwave
Applications	Animal ID, car	Smart label, contactless card, access control, security	Tracking, logistics, automation	Moving objects



Gambar 3 Reader RFID dan Tag yang terpasang di dashboard trailer

Sebagaimana Gambar 4, *RFId* PT Adaro Indonesia menggunakan *Solar Panel* sebagai sumber energi listriknya. *Solar Panel* yang digunakan adalah tipe *Polychrystalline* 100Wp. 1 unit *RFId* menggunakan 3 *solar panel*. *Solar panel* ini didukung dengan 3 *VRLA* baterai kapasitas 100 AH, 12 VDC. Untuk keperluan pembacaan data *tag*, *reader RFID* dilengkapi *antenna sectoral* dengan penguatan 20dB. Data hasil pembacaan *reader RFID* dikirim secara nirkabel ke komputer *host* melalui *antenna grid*.

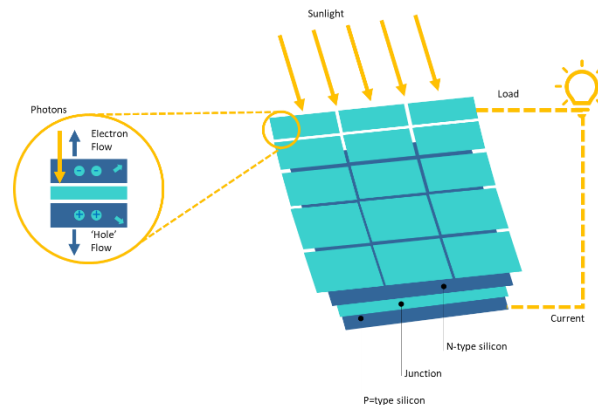


Gambar 4 Komponen penyusun unit RFID PT Adaro Indonesia

Solar Panel

Solar panel merupakan perangkat yang merubah cahaya matahari menjadi energi listrik [12]. Secara sederhana, prinsip kerja solar panel adalah dengan membiarkan *Photons* atau partikel cahaya melepaskan *Electron* dari atom sehingga menghasilkan aliran listrik [13]. *Solar panel*, sebagaimana ilustrasi pada Gambar 5, merupakan perpaduan beberapa *solar cells* yang masing-masing terbuat dari tumpukan *Silicon*, *Boron*, dan *Phosporus*. Lapisan *Boron* berperan sebagai muatan positif, *Phosporus* sebagai muatan negatif, dan lapisan *Silicon* berperan sebagai *semiconductor*. Ketika *Photon* dari sinar matahari mengenai permukaan

panel, *Electron* keluar dari lapisan *Silicon* ke medan listrik yang dihasilkan oleh *solar cells*. Proses ini akan menghasilkan listrik searah (DC) [14].



Gambar 5 Prinsip Kerja Solar Panel

Konversi dari Cahaya matahari menjadi energi listrik oleh *solar panel* memiliki efisiensi sebesar 10%-20%. *Solar cells* dapat mencapai efisiensi yang lebih baik pada cuaca dingin daripada cuaca panas dengan suhu rata-rata 25°C . Suhu permukaan *panel* dapat mencapai 70°C atau lebih pada musim panas, hal ini dapat menurunkan efisiensi *solar cells* lebih dari 25% [15].

Implementasi *solar panel* untuk menghasilkan energi listrik alternatif dapat dilihat diberbagai kebutuhan diantaranya untuk penerangan kolam ikan [16], lampu PJU [17], penerangan pada sistem *hydroponic* [18], sistem incubator telur [19], penunjang aktifitas pertanian [20], dan untuk budidaya ikan [21].

Dalam 1 unit *RFId* PT Adaro Indonesia menggunakan 3 *Solar Panel* masing-masing 100 Wp. Daya listrik yang dihasilkan *solar panel* disimpan di baterai *VRLA* 12VDC 100AH melalui *controller charger*. Beban listrik terdiri dari *Reader RFId*, lampu, dan perangkat jaringan, sebagaimana terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Daya beban unit *RFId*

No	Beban	Watt
1	Reader <i>RFId</i>	20
2	Lampu	10
3	Peralatan jaringan (PoE, link)	12
Total		42

Perangkat lunak

Perangkat lunak atau aplikasi merupakan sebuah sistem yang diimplementasikan untuk memenuhi serangkaian fungsi tertentu. Aplikasi digunakan untuk memfasilitasi interaksi antara user dengan sistem [8].

Sistem *RFId* yang digunakan di PT Adaro Indonesia merupakan suatu sistem registrasi informasi parameter produksi pengangkutan batubara dari *ROM* sampai ke *port*. Sistem ini memanfaatkan unit *RFId* disepanjang jalan hauling untuk mendeteksi unit *trailer* sehingga data unit *trailer* dapat ditambahkan dengan data parameter produksi lainnya. Sistem ini merupakan sistem yang terintegrasi, menggabungkan beberapa fungsi *dispatch*, penimbangan dan fungsi deteksi lokasi. Antarmuka aplikasi pada sistem ini berbeda-beda di setiap *dispatch* menyesuaikan fungsi dari masing-masing *dispatch*, sebagaimana terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Fungsi aplikasi masing-masing dispatch dan weighbridge

No	Dispatch	Fungsi Aplikasi
1	Dispatch 67	Melakukan registrasi unit, penambahan data <i>material</i> dan <i>ROM</i> Menyediakan antarmuka deteksi lokasi unit <i>trailer</i> area <i>ROM</i> Konfirmasi <i>material</i> dan <i>ROM</i> saat ditemukan deviasi data registrasi oleh Dispatch lain
2	Weighbridge 35	Melakukan registrasi ulang informasi <i>material</i> dan <i>ROM</i> Menambahkan data tonase dari jembatan timbang (otomatis)
3	Dispatch 29	Menyediakan antarmuka sebaran unit diseluruh area <i>hauling</i>
4	Weighbridge 28	Melakukan registrasi ulang informasi <i>material</i> dan <i>ROM</i> Menambahkan data tonase dari jembatan timbang (otomatis)
5	Dispatch 0	Melakukan registrasi data <i>hopper/crusher</i> unit <i>trailer</i> Menyediakan antarmuka sebaran unit <i>trailer</i> area KM 0

METODE PENELITIAN

Secara umum metode penelitian yang digunakan adalah dengan melakukan observasi dan pengukuran secara langsung dilapangan dengan tahapan berikut:

Studi Literatur

Studi literatur diperlukan untuk mengkaji sejumlah teori dasar yang relevan dengan topik penelitian. Literatur yang digunakan adalah jurnal ilmiah, buku, manual book peralatan, dan artikel ilmiah dari berbagai sumber.

Pemeriksaan Kondisi Aktual

Pemeriksaan kondisi aktual dilakukan sebelum perbaikan diimplementasikan. Aktifitas ini bertujuan untuk mendapatkan data-data sebelum perbaikan dan sebagai acuan keberhasilan penelitian. Pengambilan data dilakukan dengan pengukuran langsung kondisi dilapangan menggunakan alat ukur meteran. Beberapa yang diukur adalah lebar jalan *hauling* terhadap lokasi penempatan *reader RFID* dan radius pembacaan *tag* terhadap *reader RFID*.

Implementasi Perubahan Sistem

Aktifitas ini bertujuan untuk menerapkan rancangan desain baru sistem. Terdapat 2 aktifitas, yang pertama adalah dengan memaksimalkan radius pembacaan *reader RFID* dan yang kedua adalah dengan merubah algoritma sistem aplikasi sehingga mampu membedakan status unit kosong dan muatan.

Pengukuran Setelah Implementasi

Pengukuran dilakukan setelah perubahan sistem diimplementasikan. Terdapat dua aktifitas, yang pertama pengukuran radius pembacaan *reader RFID* setelah dilakukan pemaksimalan radius pembacaan dan yang kedua adalah pengujian algoritma baru sistem untuk membedakan status unit *trailer* kosong dan muatan secara aktual.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan Kondisi Actual

Dilakukan pengukuran jarak dari lokasi instalasi *reader RFID* ke sisi luar jalan *hauling* dengan menggunakan meteran roda sebagaimana Gambar 6. Hasil pengukuran ini dapat terlihat pada Tabel 4. Hal ini bertujuan untuk mengetahui radius pembacaan *reader RFID* yang dibutuhkan untuk membaca unit pada jalur kosong dan muatan sekaligus.



Gambar 6 Pengukuran lebar jalan hauling

Tabel 4 Jarak antara lokasi instalasi reader RFID dan jalan hauling

No	Lokasi	Jarak (meter)	No	Lokasi	Jarak (meter)
1	KM 4	18	9	ROM 3	19
2	KM 28	19	10	ROM 17	18
3	KM 29	19	11	ROM 20	18
4	KM 34	22	12	ROM 19	18
5	KM 35	22	13	ROM 9	22
6	KM 65	25	14	ROM6	27
7	KM 67	27	15	ROM PRG	19
8	KM 69	20	16	ROM 13	18

Kemudian dilakukan pengukuran terhadap radius pembacaan *reader RFID*, sebagaimana terlihat pada Gambar 7. Pengukuran dilakukan dengan menempatkan *tag RFID* didepan unit *reader RFID*. Kemudian *tag RFID* ditempatkan terus menjauh sampai tidak terbaca oleh aplikasi pembaca *reader RFID*. Lokasi pengujian adalah di *RFID* KM 67, dengan hasil terlihat pada Tabel 5.



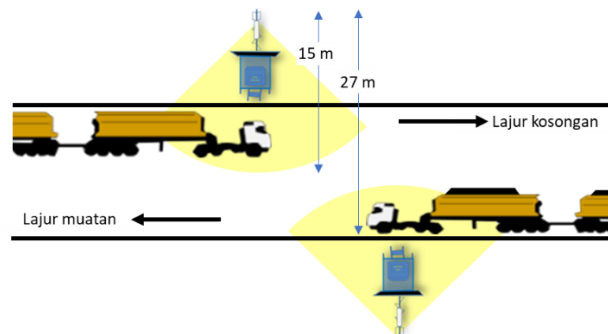
Gambar 7 Pengukuran radius reader RFID

Tabel 5 Hasil pengujian radius pembacaan reader RFID

No	Jarak (Meter)	Status
1	13	Terbaca
2	14	Terbaca
3	15	Terbaca
4	16	Tidak Terbaca
5	17	Tidak Terbaca

Dari Tabel 4 diketahui bahwa jarak terjauh antara lokasi instalasi *reader RFID* dengan sisi luar jalan hauling adalah 27 meter sementara radius pembacaan *reader RFID*, berdasarkan Tabel 5 adalah 15 meter. Sehingga *RFID* tidak mampu membaca unit pada kedua lajur,

kosongan dan muatan. *Reader RFID* hanya mampu membaca unit pada lajur terdekat dengan lokasi instalasi. Jika *reader RFID* diletakkan pada lajur kosong maka hanya bisa membaca unit *trailer* pada lajur kosong begitu juga pada lajur muatan sebagaimana ilustrasi pada Gambar 8.

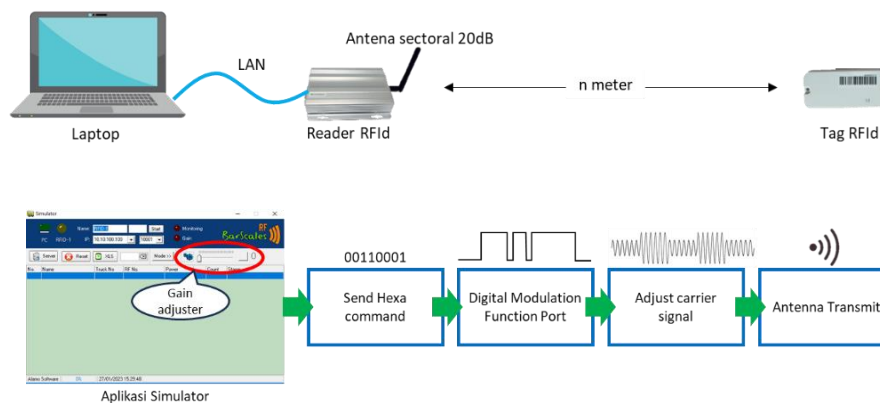


Gambar 8 Ilustrasi radius pembacaan reader RFID 1 lajur

Implementasi Perubahan Sistem

Tahapan ini memiliki 2 tujuan, yang pertama untuk menambah radius pembacaan *reader RFID* sehingga mampu menjangkau seluruh lebar jalan *hauling* dan yang kedua, untuk melakukan modifikasi algoritma sistem yang ada agar sistem mampu membedakan status unit lajur kosong dan muatan.

Penambahan radius pembacaan *reader RFID* dilakukan dengan mengakses fungsi modulasi *signal* pada *reader RFID*. Akses fungsi ini dilakukan melalui aplikasi *custom* bernama *simulator*. Pada aplikasi *simulator* ditambahkan sebuah fungsi yang bernama *gain adjuster*. *Gain adjuster* ini merupakan sebuah fungsi untuk merubah radius pembacaan *reader RFID* dengan mengirimkan kode *hexadecimal* ke fungsi *signal* modulasi pada *reader RFID*, hal ini sebagaimana ilustrasi pada Gambar 9.



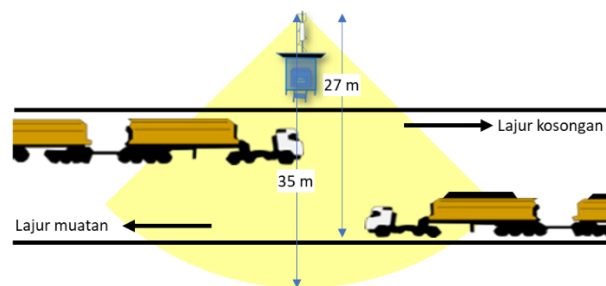
Gambar 9 Skema pengujian gain adjuster

Kemudian dilakukan pengukuran radius pembacaan *reader RFID* dari nilai *gain adjuster* 0 sampai tidak terjadi penambahan jarak pembacaan *reader RFID*.

Terlihat pada Tabel 6 bahwa jarak pembacaan *reader RFID* tidak bertambah lagi pada 31 *hexadecimal* dengan jarak pembacaan 35 meter. Radius pembacaan 35 meter ini lebih besar daripada jarak terjauh lokasi instalasi *reader RFID* dengan sisi luar jalan *hauling* sebagaimana pada Tabel 4. Sehingga radius pembacaan 35 meter cukup untuk membaca unit pada lajur kosong maupun muatan di jalan *hauling* PT Adaro Indonesia sebagaimana ilustrasi pada Gambar 10.

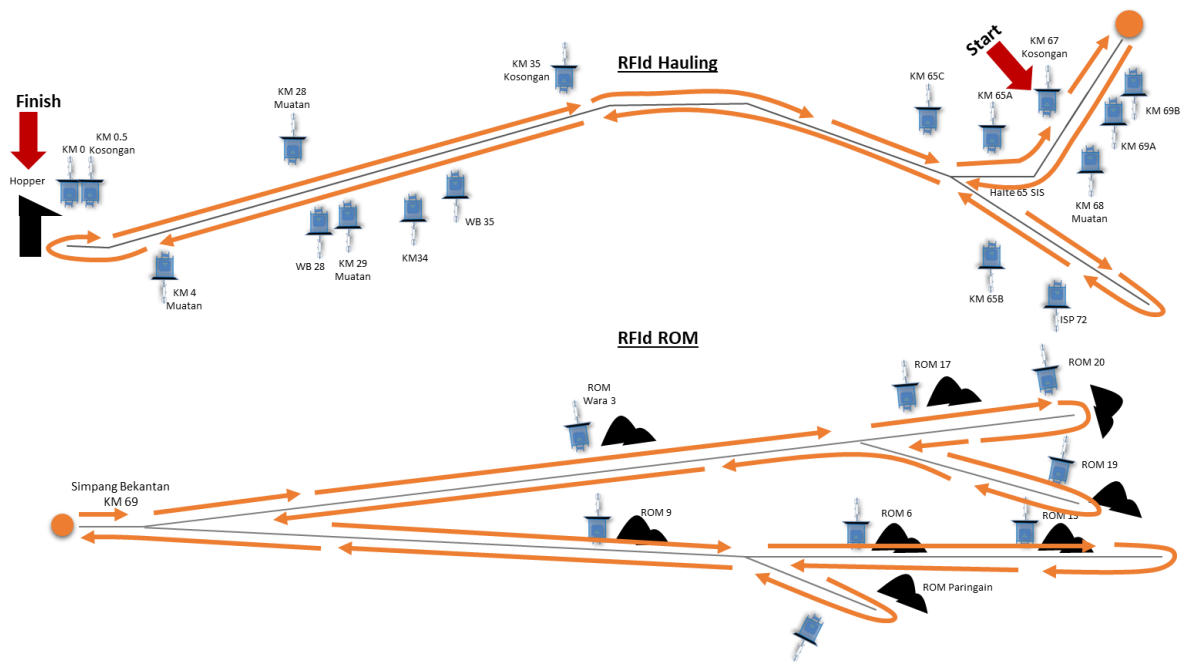
Tabel 6 Hasil pengujian gain adjuster

Dec	Hexa	Jarak (m)	Dec	Hexa	Jarak (m)	Dec	Hexa	Jarak (m)	Dec	Hexa	Jarak (m)
1	00000001	5	11	00010001	10	21	00100001	15	31	00110001	35
2	00000010	5	12	00010010	10	22	00100010	15	32	00110010	35
3	00000011	5	13	00010101	10	23	00100101	15	33	00110011	35
4	00000100	7	14	00010100	10	24	00100100	15	34	00110100	35
5	00000101	7	15	00010101	11	25	00100101	17	35	00110101	35
6	00000110	8	16	00010110	13	26	00100110	19	36	00110110	35
7	00000111	8	17	00010111	13	27	00100111	23	40	00100000	35
8	00001000	8	18	00011000	14	28	00101000	28	50	01010000	35
9	00001001	10	19	00011001	14	29	00101001	30	D5	11010101	31
10	00010000	10	20	00100000	14	30	00110000	33	F0	11110000	35



Gambar 10 Ilustrasi Perbandingan radius pembacaan maksimal RFID dengan lebar jalan hauling

Aktifitas berikutnya adalah melakukan modifikasi algoritma aplikasi. Sebelumnya, satu *reader RFID* hanya menghasilkan satu data. Sebagaimana Gambar 11, proses registrasi awal dilakukan pada saat unit *trailer* kosong melintas *RFID* KM 67 menuju *ROM*, ini merupakan penanda awal data *fleet* baru. Pada tahapan ini dilakukan registrasi nomor unit. Data nomor unit ini dihasilkan secara otomatis saat unit terbaca oleh *reader RFID*. Kemudian dilakukan penambahan data *material* dan *ROM* yang diinput manual oleh *operator* dispatch 67. Setelah Kembali dari *ROM*, *trailer* muatan melintas *RFID* KM 68 dan dilakukan konfirmasi data *material* dan *ROM*. Kemudian unit *trailer* muatan berlanjut ke timbangan WB KM 28 atau WB KM 35 dan terbaca oleh *RFID* penimbangan, disini dilakukan penambahan data tonase yang diambil dari jembatan timbang secara otomatis dan dilakukan konfirmasi data *material* dan *ROM* kembali. Jika terjadi deviasi data *material* dan *ROM*, baik antara dispatch 67 dengan 68 ataupun dispatch 67 dengan WB, maka akan muncul secara otomatis notifikasi deviasi pada aplikasi dispatch 67. Dan dispatch 67 yang bertugas untuk melakukan konfirmasi data *material* dan *ROM* sesuai actual dilapangan. Kemudian *trailer* muatan berlanjut ke *hopper*, disini dilakukan penambahan data *Hopper* oleh *operator* Dispatch KM 0 sesuai dengan aktual lokasi *dumping* unit *trailer* di *hopper*, dan data 1 *fleet* dianggap selesai. Selain *RFID* yang langsung digunakan untuk memasukkan data parameter produksi oleh tim dispatch dan WB, *RFID* yang lain memiliki fungsi untuk membaca jam melintas unit *trailer* sesuai lokasi masing-masing. Contoh hasil pembacaan datanya terlihat pada Tabel 7.



Gambar 11 Urutan keterbacaan unit trailer terhadap RFid disepanjang jalan hauling

Tabel 6 Contoh data hasil pembacaan RFid sebelum perbaikan

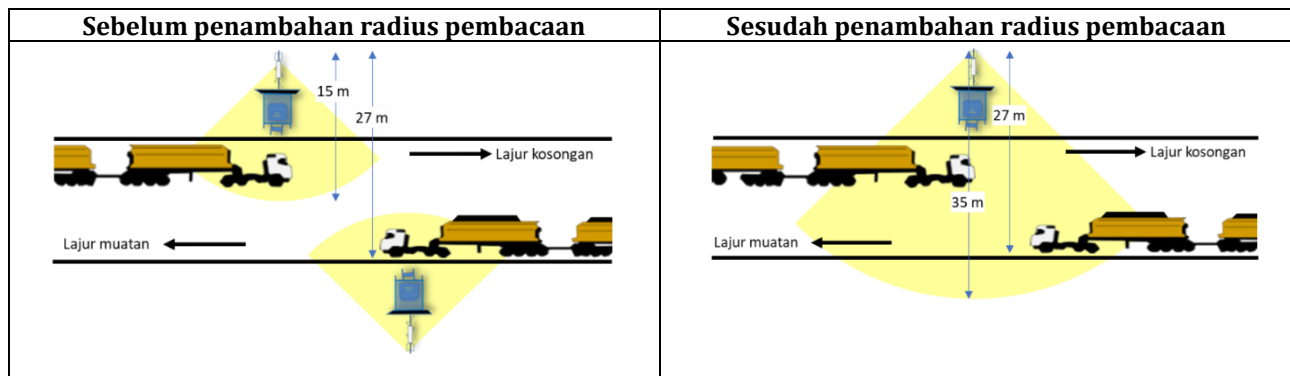
Ticket No	Unit	Material	ROM	Hopper	Status	KM67	WARA3	R17	R20	R19	KM69B
2209038848	H539	TSCA	TR13	H5	Reg	9/30/2022 10:00:00 PM					
2209038864	H195	TSN200	TR20	H4	Reg	9/30/2022 10:18:00 PM	9/30/2022 10:28:00 PM	9/30/2022 10:40:00 PM	9/30/2022 10:42:00 PM		9/30/2022 5:53:04 AM

KM69A	R9	R6	R13	PRG	KM68	KM65A	KM65B	KM65C	WB35	KM34
	9/30/2022 10:24:28 PM	9/30/2022 10:33:34 PM	9/30/2022 10:48:48 PM		9/30/2022 11:32:43 PM	9/30/2022 11:40:43 PM		9/30/2022 11:36:51 PM	9/30/2022 2:13:06 AM	9/30/2022 5:05:57 AM
9/30/2022 2:41:34 AM					9/30/2022 2:44:36 AM	9/30/2022 2:53:50 AM		9/30/2022 5:59:30 AM	10/1/2022 6:56:01 AM	10/1/2022 6:59:01 AM

KM34	KM29	WB-28	KM34	KM0	Closing	Km0.5	Km28	Km35
9/30/2022 5:05:57 AM	9/30/2022 5:12:19 AM		9/30/2022 5:37:27 AM	9/30/2022 5:44:04 AM	10/1/2022 6:10:14 AM	10/1/2022 6:09:53 AM	10/1/2022 6:35:12 AM	10/1/2022 6:43:27 AM
10/1/2022 6:59:01 AM	10/1/2022 7:04:22 AM		10/1/2022 7:30:31 AM	10/1/2022 8:02:49 AM	10/1/2022 8:20:27 AM	10/1/2022 8:31:28 AM	10/1/2022 9:01:14 AM	10/1/2022 10:36:37 AM

Kemudian beberapa *RFid* dilakukan penambahan radius pembacaan menggunakan *Gain Adjuster*. Penambahan radius pembacaan dilakukan sampai pada radius pembacaan terjauh yaitu 35 meter. Sebagaimana diilustrasikan pada Tabel 8 bahwa sebelum dilakukan penambahan radius pembacaan, *reader* *RFid* hanya mampu menjangkau satu sisi jalan hauling, kosongan atau muatan saja. Ketika diimplementasikan radius pembacaan terjauh, *reader* *RFid* mampu menjangkau dua sisi jalan hauling, yaitu sisi kosongan maupun sisi muatan. Sehingga didapatkan bahwa dari sisi *hardware reader* *RFid* sudah mampu membaca dua status unit trailer baik dari sisi kosongan maupun muatan. Sebagaimana Tabel 9, *reader* *RFid* yang dilakukan penambahan radius pembacaan adalah *RFid* di semua ROM, halte *trailer*, area *parking bay*, *workshop*, dan beberapa di jalan hauling. *RFid* KM 67, KM 68, KM 72, WB 35, WB 28, KM 0 dan KM 0.5. tidak dilakukan penambahan radius pembacaan karena tidak diperlukan fungsi tersebut. *RFid* -*RFid* yang tidak dilakukan penambahan radius pembacaan memiliki fungsi *dedicated* untuk registrasi awal transaksi, registrasi *closing* transaksi, penentuan status unit *trailer*, dan registrasi data tonase di proses penimbangan.

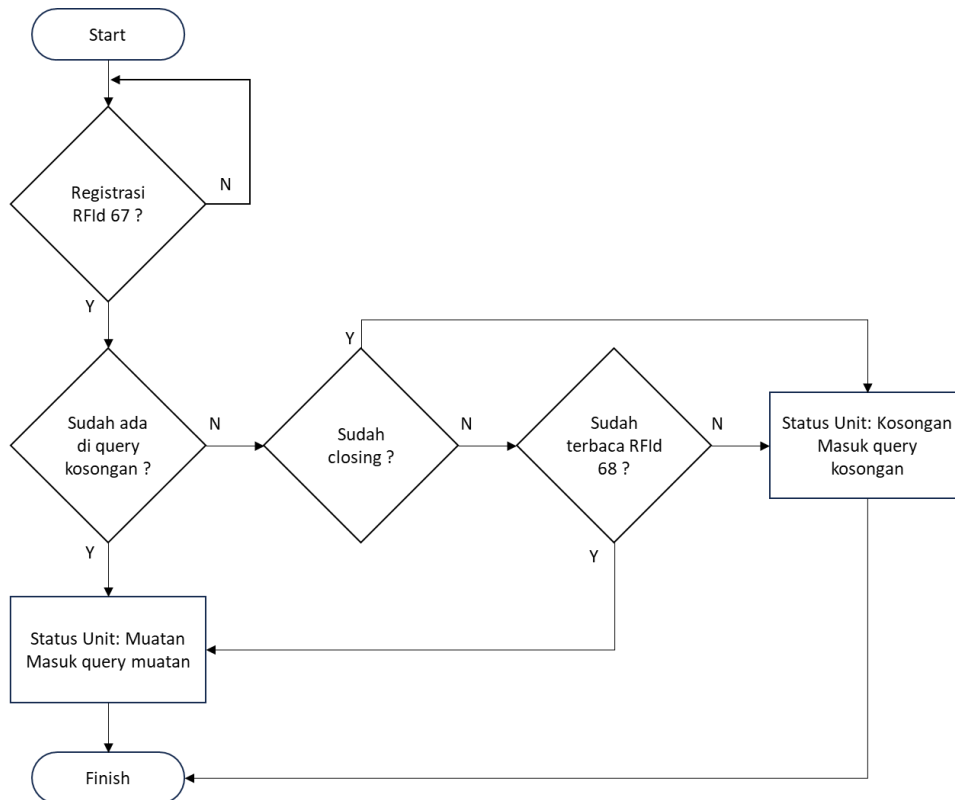
Tabel 7 Ilustrasi kondisi sebelum dan sesudah penambahan radius pembacaan reader RFID



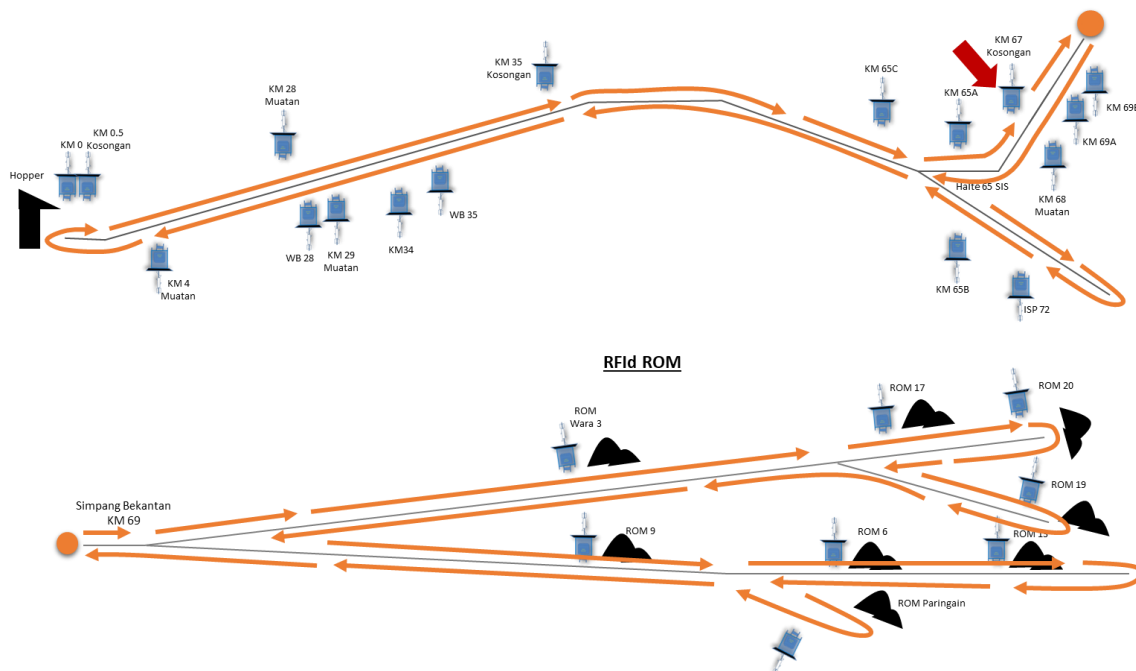
Tabel 8 Status penambahan radius pembacaan reader RFID

No	RFId	Penambahan radius pembacaan	No	RFId	Penambahan radius pembacaan
1	RFId KM 67	Tidak	14	RFId KM 28	Iya
2	RFId KM 69 B	Iya	15	RFId KM 4	Iya
3	RFId KM 69A	Iya	16	RFId KM 0	Tidak
4	RFId KM 68	Tidak	17	RFId KM 0.5	Tidak
5	RFId KM 72	Tidak	18	RFId WARA 3	Iya
6	RFId KM 65A	Iya	19	RFId ROM 17	Iya
7	RFId KM 65B	Iya	20	RFId ROM 20	Iya
8	RFId KM 65C	Iya	21	RFId ROM 19	Iya
9	RFId KM 35	Iya	22	RFId ROM 9	Iya
10	RFId WB 35	Tidak	23	RFId ROM 6	Iya
11	RFId KM 34	Iya	24	RFId ROM PRG	Iya
12	RFId KM 29	Iya	25	RFId ROM 13	Iya
13	RFId WB 28	Tidak			

Setelah dilakukan penambahan radius pembacaan, dilakukan modifikasi algoritma sistem, sebagaimana Gambar 12. Modifikasi algoritma ini bertujuan agar sistem mampu membedakan status unit kosong dan muatan. Acuan status unit didasarkan pada status pembacaan *RFId* KM67, KM 68 dan status *closing*. Setiap kali *RFId* mendeteksi unit *trailer* dan data terkirim ke komputer *host*, aplikasi akan memeriksa apakah data unit tersebut sudah terregistrasi pada *RFId* KM 67, jika sudah, sistem akan memeriksa kembali apakah data tersebut sudah masuk kedalam *query* status kosong, jika data unit sudah masuk ke *query* kosong maka status unit ditentukan sebagai muatan dan dimasukkan ke data *query* muatan. Jika data unit tersebut belum masuk kedalam *query* data kosong, maka sistem akan memeriksa apakah unit tersebut sudah *closing*, jika sudah, maka status unit ditentukan sebagai kosong dan dimasukkan ke *query* data kosong. Jika unit belum *closing*, maka sistem akan memeriksa apakah data unit tersebut sudah terbaca di *RFId* KM 68, jika sudah, maka status unit ditentukan sebagai muatan dan dimasukkan kedalam *query* data muatan. Saat data unit belum terbaca *RFId* KM 68 maka status unit ditentukan sebagai kosong dan dimasukkan kedalam *query* data kosong. Pada tahap ini juga dilakukan perubahan terhadap acuan definisi satu *fleet*. Jika sebelumnya satu *fleet* adalah dari *RFId* KM 67 sampai dengan *closing*, saat ini definisi satu *fleet* adalah dari *RFId* KM 67 sampai unit tersebut kembali ke *RFId* KM 67 lagi (1 *cycle*), sebagaimana Gambar 13.



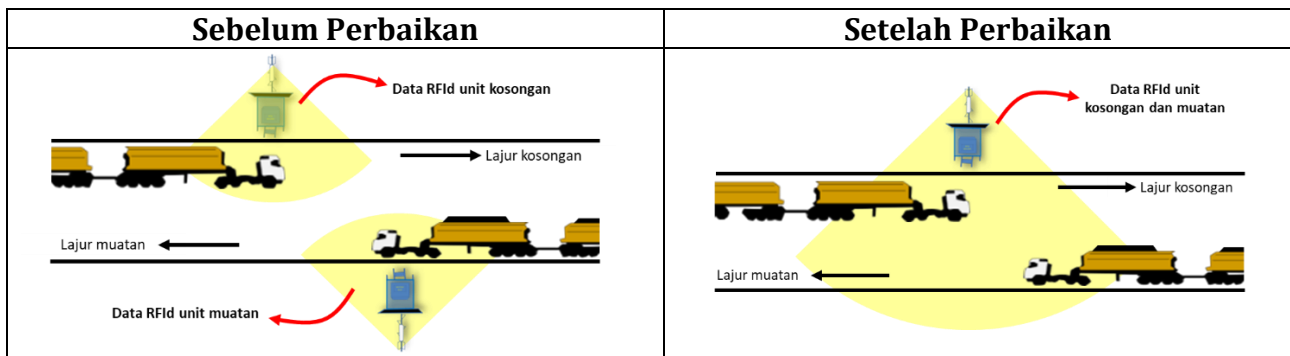
Gambar 12 Flow chart penentuan status unit trailer



Gambar 13 Definisi 1 fleet dari RfId KM 67 sampai Kembali ke RfId KM 67

Dengan penambahan radius pembacaan *reader RfId* dan modifikasi algoritma sistem, data hasil pembacaan sistem menjadi lebih banyak, dari yang sebelumnya 25 data pembacaan lokasi (sebagaimana Tabel 7) menjadi 44 data pembacaan. Contoh hasil data pembacaannya terlihat pada Tabel 11. Hal ini dikarenakan jika sebelumnya masing-masing *RfId* hanya menghasilkan satu pembacaan data, saat ini beberapa *RfId* mampu menghasilkan dua data, kosongan dan muatan sekaligus, sebagaimana Tabel 10.

Tabel 9 Ilustrasi perbandingan data pembacaan RFID sebelum dan setelah perbaikan



Tabel 10 Contoh data hasil pembacaan RFID setelah perbaikan

Ticket No	Unit	Material	ROM	Hopper	Status	KM671st	KM69AK	KM69BK	WARA3K	R17K	R20K
2209038928	H432	TSCA	TR13	H5	Reg	6/10/2023 9:10:00 PM					
2209038864	H195	TSN200	TR20	H4	Reg	6/10/2023 07:15:00 PM	6/10/2023 07:18:00 PM	6/10/2023 07:19:00 PM	6/10/2023 07:37:00 PM	6/10/2023 07:57:00 PM	6/10/2023 08:01:00 PM

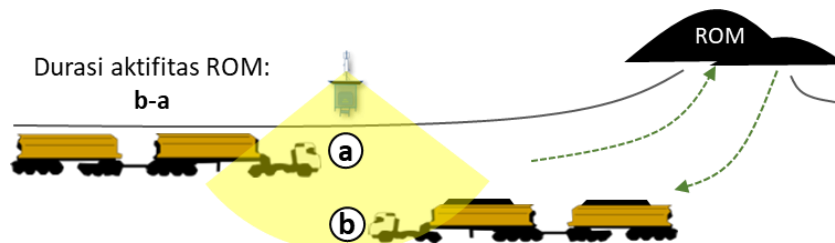
R20M	R17M	R19K	R19M	WARA3M	KM69BM	KM69AM	R9K	R6K	R13K	R13M
							6/10/2023 09:35:00 PM	6/10/2023 09:45:00 PM	6/10/2023 09:59:00 PM	6/10/2023 10:20:00 PM
6/10/2023 08:30:00 PM	6/10/2023 08:33:00 PM			6/10/2023 08:55:00 PM	6/10/2023 09:13:00 PM	6/10/2023 09:14:00 PM				

R6M	PRGK	PRGM	R9M	KM68	KM65AM	KM65BM	KM65CM	KM35M	WB-35	KM34M
6/10/2023 10:35:00 PM			6/10/2023 10:45:00 PM	6/10/2023 11:05:00 PM	6/10/2023 11:12:00 PM		6/10/2023 11:14:00 PM	6/10/2023 12:59:00 PM	6/10/2023 00:05:00 AM	6/10/2023 00:09:00 AM
				6/10/2023 09:22:00 PM	6/10/2023 09:27:00 PM		6/10/2023 09:28:00 PM	6/10/2023 10:42:00 PM	6/10/2023 10:45:00 PM	6/10/2023 10:48:00 PM

KM29M	WB-28	KM28M	KM4M	KM0	Closing	KM0.5	KM4K	KM28K	KM29K
6/10/2023 00:25:00 AM		6/10/2023 00:25:00 AM	6/10/2023 00:25:00 AM	6/10/2023 00:25:00 AM	6/10/2023 00:25:00 AM	6/10/2023 00:25:00 AM	6/10/2023 00:25:00 AM	6/10/2023 00:25:00 AM	6/10/2023 00:25:00 AM
6/10/2023 10:57:00 PM		6/10/2023 10:58:00 PM	6/10/2023 11:40:00 PM	6/10/2023 11:50:00 PM	6/10/2023 00:15:00 PM	6/10/2023 00:30:00 PM	6/10/2023 00:36:00 PM	6/10/2023 01:13:00 PM	6/10/2023 01:14:00 PM

KM34K	KM35K	KM65CK	KM65BK	KM65AK	KM672nd
6/10/2023 02:53:00 AM	6/10/2023 02:56:00 AM	6/10/2023 02:56:00 AM		6/10/2023 04:03:00 AM	6/10/2023 04:06:00 AM
6/10/2023 01:25:00 PM	6/10/2023 01:27:00 PM	6/10/2023 02:20:00 PM		6/10/2023 02:22:00 PM	6/10/2023 00:30:00 PM

Dengan banyaknya data hasil pembacaan RFID, Tim Dispatch dapat menggunakannya untuk berbagai keperluan, diantaranya untuk memonitor sebaran unit di sepanjang jalan hauling dan untuk melakukan evaluasi durasi aktifitas unit trailer di lokasi tertentu dengan formula jam unit muatan melintas dikurangi dengan jam unit kosong melintas, sebagaimana ilustrasi pada Gambar 14.



Gambar 14 Perhitungan durasi aktifitas ROM menggunakan data hasil pembacaan RFID

Pengukuran Setelah Implementasi

Pengukuran hasil perbaikan dilakukan dengan melihat hasil pembacaan data sistem sebagaimana Tabel 12.

Tabel 11 Hasil pembacaan RFIId setelah implementasi perbaikan

Ticket No	Unit	Materia l	ROM	Hoppe r	KM671st	KM69A K	KM69B K	WARA3 K	R17K	R20K	R20M
2210001648	H339	TSCA	TR17	H4	02/10/2022 10:41	02/10/2022 10:44	02/10/2022 10:44	02/10/2022 10:59	02/10/2022 11:08		
2210001889	H264	WS300	WS3	R3A	02/10/2022 15:03	02/10/2022 15:05	02/10/2022 16:13	02/10/2022 16:22			
2210001912	H216	TSCA	TR17	H6	02/10/2022 15:52	02/10/2022 15:54	03/10/2022 09:17	03/10/2022 09:26	03/10/2022 09:36		
2210002003	H214	TSN100	TR20	H5	02/10/2022 17:44	02/10/2022 17:46	03/10/2022 06:17	03/10/2022 06:27	03/10/2022 06:36	03/10/2022 06:37	03/10/2022 07:19
2210002114	H195	TSCA	WS3	R3A	02/10/2022 19:47	02/10/2022 19:50	02/10/2022 19:51	02/10/2022 20:00			
2210002485	H527	TPS300	TR6	H3	02/10/2022 02:11						
2210002487	H379	TPS300	TR6	H5	02/10/2022 02:13						

R17M	R19K	R19M	WARA3M	KM69BM	KM69AM	R9K	R6K	R13K	R13M	R6M	PRGK	PRGM
03/10/2022 11:52			02/10/2022 00:02	02/10/2022 14:29	03/10/2022 10:45							
			02/10/2022 19:54	02/10/2022 20:08	02/10/2022 04:31							
03/10/2022 10:22			03/10/2022 10:31	03/10/2022 11:01	03/10/2022 19:48							
03/10/2022 07:20			03/10/2022 07:31	03/10/2022 07:44	03/10/2022 18:26							
			02/10/2022 20:53	02/10/2022 21:06	02/10/2022 03:01							
						02/10/2022 02:11	02/10/2022 02:24			02/10/2022 02:45		
						02/10/2022 02:13	02/10/2022 02:25			02/10/2022 02:50		

R9M	KM68	KM65AM	KM65BM	KM65C M	KM35 M	WB-35	KM34 M	KM29 M	WB-28	KM28 M	KM4M
	03/10/2022 10:47	03/10/2022 10:50		03/10/2022 13:51	03/10/2022 14:37	03/10/2022 14:38	03/10/2022 14:42	03/10/2022 14:47		03/10/2022 14:49	03/10/2022 15:17
	02/10/2022 04:33	02/10/2022 04:37		02/10/2022 04:38	03/10/2022 06:09	03/10/2022 06:11	03/10/2022 06:15	03/10/2022 06:20		03/10/2022 06:22	03/10/2022 06:51
	03/10/2022 19:50	03/10/2022 19:54		03/10/2022 11:08	03/10/2022 11:59	03/10/2022 12:00	03/10/2022 12:04	03/10/2022 12:10		03/10/2022 12:11	03/10/2022 12:36
	03/10/2022 18:27	03/10/2022 18:30		03/10/2022 08:02	03/10/2022 08:47	03/10/2022 08:50	03/10/2022 08:54	03/10/2022 08:59		03/10/2022 09:01	03/10/2022 09:28
	02/10/2022 03:03	02/10/2022 03:07		03/10/2022 01:46	03/10/2022 02:28	03/10/2022 02:30	03/10/2022 02:33	03/10/2022 02:39		03/10/2022 02:40	03/10/2022 03:07
02/10/2022 02:54	02/10/2022 02:56	02/10/2022 02:59		02/10/2022 03:00	02/10/2022 04:40		03/10/2022 06:44	03/10/2022 06:50	03/10/2022 06:51	03/10/2022 06:52	03/10/2022 07:19
02/10/2022 03:03	02/10/2022 03:05	02/10/2022 03:07		02/10/2022 03:09	02/10/2022 04:22		03/10/2022 04:23	03/10/2022 06:29	03/10/2022 06:30	03/10/2022 06:33	03/10/2022 07:03

KM0	Closing	KM0.5	KM4K	KM28K	KM29K	KM34K	KM35K	KM65C K	KM65AK	KM65BK	KM672n d
03/10/2022 15:53	03/10/2022 16:17	03/10/2022 16:24	03/10/2022 16:29	03/10/2022 16:50	03/10/2022 16:51	03/10/2022 16:56	03/10/2022 16:58	03/10/2022 17:36	03/10/2022 17:37		03/10/2022 17:39
03/10/2022 07:10	03/10/2022 07:22	03/10/2022 07:25	03/10/2022 07:29	03/10/2022 07:59	03/10/2022 08:01	03/10/2022 08:06	03/10/2022 08:36	03/10/2022 09:20	03/10/2022 09:22		03/10/2022 08:39
03/10/2022 12:59	03/10/2022 13:05	03/10/2022 13:08	03/10/2022 13:12	03/10/2022 13:42	03/10/2022 13:44	03/10/2022 13:50	03/10/2022 14:20	03/10/2022 14:30	03/10/2022 14:32		03/10/2022 14:33
03/10/2022 09:38	03/10/2022 09:55	03/10/2022 10:02	03/10/2022 10:07	03/10/2022 10:35	03/10/2022 10:36	03/10/2022 10:43	03/10/2022 11:09	03/10/2022 11:51	03/10/2022 11:54		03/10/2022 11:54
03/10/2022 03:14	03/10/2022 03:35	03/10/2022 03:42	03/10/2022 03:46	03/10/2022 04:08	03/10/2022 04:09	03/10/2022 04:14	03/10/2022 04:22	03/10/2022 04:59	03/10/2022 05:00		03/10/2022 05:04
03/10/2022 07:24	03/10/2022 07:58	03/10/2022 08:06	03/10/2022 08:10	03/10/2022 08:34	03/10/2022 08:36	03/10/2022 08:40	03/10/2022 08:43	03/10/2022 09:25	03/10/2022 09:26	03/10/2022 09:26	03/10/2022 10:46
03/10/2022 07:08	03/10/2022 07:11	03/10/2022 07:28	03/10/2022 07:32	03/10/2022 07:55	03/10/2022 07:56	03/10/2022 07:01	03/10/2022 08:04	03/10/2022 08:46	03/10/2022 08:47		03/10/2022 08:49

Terlihat pada Tabel 12 bahwa penamaan beberapa data pembacaan memiliki atribut “K” dan “M”. K berarti kosong dan M berarti muatan. Dari Tabel 12 terlihat bahwa semua unit terbaca dengan baik, dari sisi kosong maupun muatan. Adapun beberapa data yang terlihat kosong adalah karena unit yang bersangkutan tidak melintas pada lokasi tersebut, misal H264, dari Tabel 12 terlihat data unit H264 tidak terbaca pada R17K, ini menandakan bahwa unit H264 tidak melewati RFIId KM 17.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari penelitian dan perbaikan yang sudah dilakukan didapatkan beberapa kesimpulan, yang pertama bahwa implementasi fitur *gain adjuster* dapat menambah radius pembacaan *reader RFID* PT Adaro Indonesia. *Gain adjuster* ini mampu menambah radius pembacaan yang awalnya 15 meter menjadi 35 meter. Radius pembacaan ini mampu membaca unit *trailer* dari lajur kosong maupun muatan di jalan *hauling* PT Adaro Indonesia.

Kesimpulan kedua, modifikasi algoritma yang dilakukan pada sistem *RFID* mampu membedakan unit pada lajur kosong dan muatan, sehingga data hasil pembacaan sistem *RFID* dapat dengan lebih baik digunakan untuk memonitor status dan posisi unit. Selain itu modifikasi algoritma yang sudah dilakukan juga dapat menyediakan data durasi operasional unit pada lokasi tertentu.

Kesimpulan yang ketiga adalah dari hasil penambahan radius pembacaan dan modifikasi algoritma sistem *RFID* ini menghasilkan data pembacaan yang lebih banyak, dari yang sebelumnya sebanyak 25 data menjadi sebanyak 44 data tanpa menambah dan merubah konfigurasi *hardware*. Dengan semakin banyak data yang dapat dihasilkan oleh sistem maka semakin banyak manfaat yang dapat diambil oleh Tim Dispatch.

Kesimpulan yang keempat bahwa implementasi perbaikan ini mampu menghemat biaya pengadaan unit *RFID* sampai dengan 50%, jika sebelum perbaikan membutuhkan 2 unit *reader RFID* untuk mendeteksi lajur kosong dan muatan, saat ini hanya menggunakan 1 unit *reader RFID*.

Saran

Sebaiknya ditambahkan perangkat penyimpan data pada *reader RFID*, sehingga saat terjadi kendala jaringan yang menyebabkan *reader RFID* tidak dapat mengirim data ke *server*, data dapat disimpan pada perangkat penyimpan dan dikirim saat jaringan normal.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Md. Kishwar Shafin *et al.*, "Development of an RFID based access control system in the context of Bangladesh," in *2015 International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems (ICIIECS)*, Coimbatore, India: IEEE, Mar. 2015, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICIIECS.2015.7193024.
- [2] M. F. D. Chanafi, N. Hiron, F. M. S. Nursuwars, and A. U. Rahayu, "Sistem identifikasi kendaraan dengan teknologi RFID UHF berbasis Internet of Things: Vehicle identification system with UHF RFID technology based on Internet of Things," *JITEL*, vol. 2, no. 2, pp. 111–118, Sep. 2022, doi: 10.35313/jitel.v2.i2.2022.111-118.
- [3] R. Want, *RFID Explained: A Primer on Radio Frequency Identification Technologies*. Springer Nature, 2022.
- [4] I. P. Sari, A. H. Hazidar, M. Basri, F. Ramadhani, and A. A. Manurung, "Penerapan Palang Pintu Otomatis Jarak Jauh Berbasis RFID di Perumahan," *Blend Sains Jurnal Teknik*, vol. 2, no. 1, Art. no. 1, May 2023, doi: 10.56211/blendsains.v2i1.246.
- [5] I. A. Rasyid, "PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI ABSENSI BERBASIS RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) TERINTEGRASI DENGAN SISTEM INFORMASI AKADEMIK," *Jurnal Ilmu Data*, vol. 3, no. 2, Art. no. 2, Jul. 2023, Accessed: Nov. 26, 2023. [Online]. Available: <http://ilmudata.org/index.php/ilmudata/article/view/326>
- [6] F. F. Azmi, "Implementasi Sistem Parkir dengan Rfid," *Jurnal Teknologi Pintar*, vol. 2, no. 4, Art. no. 4, Apr. 2022, Accessed: Nov. 26, 2023. [Online]. Available: <http://teknologipintar.org/index.php/teknologipintar/article/view/147>

-
- [7] M. Ibrohim, M. S. Lauryn, and R. D. Jaya, "RANCANG BANGUN SISTEM KEHADIRAN KARYAWAN BERBASIS RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID)," *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, vol. 6, no. 1, Art. no. 1, Mar. 2019, Accessed: Nov. 26, 2023. [Online]. Available: <https://ejournal.lppmunsera.org/index.php/PROSISKO/article/view/1124>
- [8] S. A. Siregar, M. Hamni, P. M. Simanulang, S. Rezeki, F. Jeriko, and M. Aqil, "Pemanfaatan Radio Frequency Identification (RFID) Pada Sistem Multi Akses Mahasiswa," *Jurnal Komputer Teknologi Informasi dan Sistem Informasi (JUKTISI)*, vol. 2, no. 1, Art. no. 1, Jun. 2023.
- [9] D. Abdullah, N. D. M. Veronika, and N. A. A. Ningsih, "Rancang Bangun Rumah Cerdas Menggunakan RFID," *JUSIBI (Jurnal Sistem Informasi dan Bisnis)*, vol. 2, no. 5, Art. no. 5, Sep. 2020, doi: 10.54650/jusibi.v2i5.353.
- [10] E. SETIAWAN, "FOOD COURT PAYMENT SYSTEM USING RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) WITH THE BLOWFISH METHOD," s1, Universitas Mercu Buana Jakarta, 2021. Accessed: Nov. 26, 2023. [Online]. Available: <https://repository.mercubuana.ac.id/55148/>
- [11] L. Ahmad, N. Khordehghah, J. Malinauskaite, and H. Jouhara, "Recent advances and applications of solar photovoltaics and thermal technologies," *Energy*, vol. 207, p. 118254, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.energy.2020.118254.
- [12] R. Hantula, *How Do Solar Panels Work?* Infobase Publishing, 2009.
- [13] Google And Olaoluwa Adeleke, "Comprehensive Guide to Solar Panel Types," 2023, doi: 10.13140/RG.2.2.31128.16644.
- [14] A. Quddus, F. Khan, F. Muhammad, M. W. Raza, S. Khan, and I. Qureshi, "Performance Evaluation and Enhancement of Solar PV Panels," vol. 9, no. 2, 2018.
- [15] N. Nofriadi, "SISTEM PENERANGAN KOLAM IKAN MENGGUNAKAN SOLAR PANEL," *JOURNAL OF SCIENCE AND SOCIAL RESEARCH*, vol. 4, no. 1, Art. no. 1, Feb. 2021, doi: 10.54314/jssr.v4i1.479.
- [16] R. Rosalina *et al.*, "Pemberdayaan Masyarakat Dan Pemasangan Lampu Pju Di Keramba Ikan Menggunakan Solar Panel," *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara*, vol. 4, no. 3, Art. no. 3, Aug. 2023, doi: 10.55338/jpkmn.v4i3.1418.
- [17] M. Z. Falah, W. T. Handoko, A. I. Syah, F. Z. Azizah, Sujito, and L. Gumilar, "IMPLEMENTATION OF SMART FARMING BASED SOLAR CELL SYSTEM IN HYDROPONIC IN THE AGRICULTURAL AREA OF BLITAR VILLAGE," *Community Development Journal : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 4, no. 4, Art. no. 4, Sep. 2023, doi: 10.31004/cdj.v4i4.18161.
- [18] M. Saputra *et al.*, "PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PENYEDIAAN CADANGAN ENERGI BERBASIS PANEL SURYA UNTUK INKUBATOR TELUR GALLUS DOMESTICUS," *JURNAL PENGABDIAN MANDIRI*, vol. 2, no. 8, Art. no. 8, Aug. 2023.
- [19] S. Syahrullah and T. Sau, "PENINGKATAN KETERAMPILAN DAN PRODUKTIVITAS CABAI KELOMPOK PETANI BERBASIS PENERAPAN AGROVOLTAIC: IMPLEMENTASI MITIGASI PERUBAHAN IKLIM," *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 2, no. 2, Art. no. 2, 2023, doi: 10.55883/jipam.v2i2.44.
- [20] N. Nurhaidah *et al.*, "PENERAPAN SOLAR SEL UNTUK BUDIDAYA IKAN LELE SEBAGAI UPAYA PENGHEMATAN ENERGI PADA PONDOK PESANTREN AL MAS'UDIYAH," *J-ABDI: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 2, no. 5, Art. no. 5, Oct. 2022, doi: 10.53625/jabdi.v2i5.3549.
- [21] C. H. Romine, "Personal identity verification (PIV) of federal employees and contractors," National Institute of Standards and Technology (U.S.), Gaithersburg, MD, NIST FIPS 201-3, Jan. 2022. doi: 10.6028/NIST.FIPS.201-3.
-