

SISTEM PENCATATAN DAN PELAPORAN *DOWNTIME* PADA AREA KONVEYOR DENGAN KOMUNIKASI WIFI

Lucky putri rahayu¹, Fauzi Imaduddin Adhim², Ciptian Weried Priananda³, Sefi Novendra Patrialova⁴, Lugas Jabar Waskito⁵, Arif Musthofa⁶, Joko Susila⁷

^{1,2,3,5,6,7}Departemen Teknik Elektro Otomasi, Pusat Unggulan IPTEK Perguruan Tinggi Mechatronics and Industrial Automation, ⁴Departemen Teknik Instrumentasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Jl. Raya ITS Sukolilo Surabaya 60111
Telp. (031) 5947319, Faks. (031) 5947319, PABX 1276
E-mail: lucky.putri91@gmail.com

ABSTRAK

Pencatatan *downtime* di beberapa industri menengah masih menggunakan sistem manual (misalnya pada PT. Jatim Autocomp), yaitu berdasarkan perhitungan lama waktu terjadinya *downtime* di area konveyor menggunakan stopwatch dan dicatat pada papan laporan setiap 2 jam sekali. Untuk itu dibuatlah sistem yang mempermudah pegawai pada proses pemantauan waktu *downtime* pada konveyor secara otomatis. Metode yang digunakan untuk mendapatkan waktu selama *downtime* yaitu dengan cara menghitung selisih antara waktu selesai *downtime* dikurangi dengan waktu pertama mengalami *downtime*. Data yang didapat akan dikelola oleh Arduino Mega yang dilengkapi dengan Ethernet Shield dan akan ditampilkan dalam database pada web menggunakan komunikasi Wifi. Sensor yang digunakan yaitu proximity induktif yang diletakkan pada konveyor. Setelah dilakukan pengujian, hasilnya menunjukkan bahwa jarak maksimal ethernet shield tanpa penghalang 50 meter dan menggunakan penghalang 40 meter serta lama pencatatan waktu *downtime* ± 5 detik dalam pengiriman data ke web.

Kata Kunci: Downtime, Konveyor, Wifi

1. LATAR BELAKANG

Downtime merupakan sumber utama yang menyebabkan kehilangan produktifitas di sebagian besar perusahaan manufaktur. Apabila terjadi penghentian konveyor ketika beroperasi akan mempengaruhi volume produksi. [1]. *Downtime* sendiri merupakan waktu dimana suatu peralatan tidak dapat beroperasi lancar disebabkan ada suatu masalah. Contohnya masalah terjadi di perusahaan manufaktur seperti pada PT. Jatim Autocomp Indonesia yaitu ketika pada saat proses produksi berjalan tiba-tiba rel kereta pada konveyor terputus dan itu menyebabkan proses produksi terhambat. Dikarenakan rel terputus pihak operator harus menekan tombol untuk memberhentikan sementara konveyor agar segera diperbaiki oleh teknisi sehingga proses produksi berjalan normal kembali. Dengan kejadian masalah tersebut banyak waktu yang terbuang untuk melakukan perbaikan yang seharusnya bisa dilakukan untuk produksi barang.

Untuk contoh masalah lainnya yang sering terjadi yaitu kesalahan pada bagian mesin PLC sehingga harus mengunggah program kembali, kesalahan pada proses produksi kabel, atau kowalahan pada saat produksi dan masih banyak lagi. Permasalahan tersebut terbagi menjadi dua bagian yaitu kerusakan ringan maka operator akan menekan tombol seperti kowalahan dalam produksi atau bisa juga kesalahan memasukkan konektor dalam kabel. Dan yang kedua kerusakan parah seperti putusnya rel kereta pada konveyor, kesalahan pada mesin utama, kesalahan

dalam produksi kabel maka operator menekan tombol merah. Jadi parameter penekanan tombol merah dan tombol kuning dilihat dari seberapa masalah yang mengganggu pada saat proses produksi. Di area konveyor dilengkapi juga 2 sirine untuk penanda bahwa area konveyor tersebut sedang mengalami *downtime*.

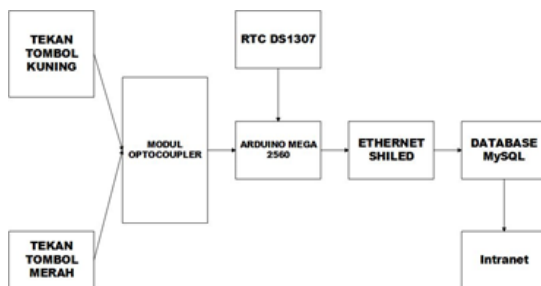
Tetapi sayangnya di PT. Jatim Autocomp Indonesia dimana merupakan sebuah industri manufaktur yang bekerja secara 24 jam dan sering mengalami *downtime* masih belum memiliki sistem pencatatan *downtime* yang otomatis pada area konveyor, dimana terdapat 26 konveyor yang saling berhubungan. Sehingga apabila salah satu konveyor mengalami *downtime* akan berpengaruh ke kerja konveyor lainnya. Disisi lain PT. Jatim Autocomp Indonesia sendiri sampai sekarang masih menggunakan sistem manual dalam pencatatan *downtime* pada area konveyor. Yang dimaksud manual yaitu ketika operator melihat masalah maka operator akan menekan tombol dan bersamaan juga menekan tombol pencatatan waktu (*stopwatch*).

Ketika masalah tersebut telah ditangani oleh pihak teknisi kemudian dari operator mematikan *stopwatch* dan kemudian mencatat di papan laporan yang berada di dekat area konveyor. Untuk pencatatan di papan laporan sendiri tiap 2 jam sekali sedangkan untuk operator yang mencatat *downtime* adalah GL (*Group Leader*). Papan laporan tersebut bertujuan untuk memberikan informasi ke pada supervisor. Jadi supervisor harus mengecek langsung ke area konveyor untuk mengetahui

downtime, tidak bisa memantau dari jauh. Dengan sistem manual tersebut dapat kita lihat dengan jumlah konveyor yang banyak dan disana hanya terdapat 1 GL (*Group Leader*) membuat GL kewalahan dalam bekerja. Maka dari itu untuk mengatasi masalah tersebut, maka dibuatlah penelitian sistem pencatatan *downtime* pada area konveyor menggunakan *Arduino* dengan komunikasi *wifi* secara otomatis.

2. PERANCANGAN SISTEM

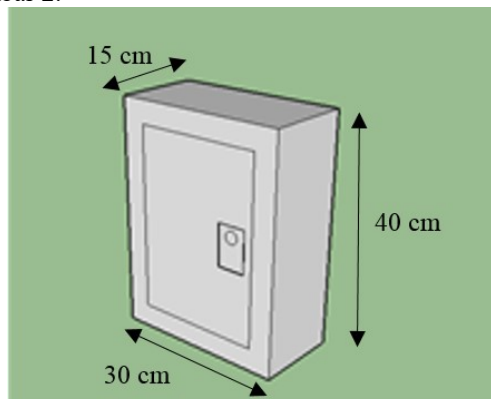
Perancangan ini meliputi pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak, perangkat keras meliputi perancangan kotak panel, perancangan *port Arduino Mega 2560*, perancangan rangkaian *RTC DS1307*, perancangan posisi *proximity* induktif. Perancangan perangkat lunak meliputi pembuatan program pada *Arduino Mega 2560* dan *Web* sesuai dengan blok fungsional sistem pada Gambar 1 dibawah ini



Gambar 1. Blok fungsional sistem

2.1 Perancangan Kotak Panel

Kotak panel digunakan sebagai tempat rangkaian elektronik meliputi rangkaian modul *optocoupler Channel 8 24V to 5V*, *Arduino Mega 2560*, *RTC DS1307*, dan *Ethernet Shield*. Perancangan *box* panel digunakan sebagai tempat untuk meletakkan semua rangkaian kelistrikan yang diperlukan agar lebih praktis. Perancangan kotak panel ini berukuran 30 cm x 40 cm x 15 cm yang diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perancangan kotak panel

2.2 Perancangan Port Arduino Mega 2560

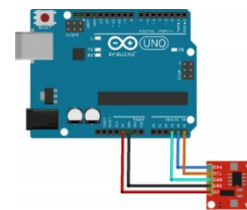
Arduino yang digunakan pada penelitian ini adalah *Arduino Mega 2560*, yaitu mikrokontroler berbasis *ATMega 2560* dengan *Clock Speed* 16MHz

dan memori *Flash* 256 KB. Tegangan operasi untuk *Arduino* jenis ini yaitu 5V sedangkan tegangan *input* yang direkomendasikan yakni 7 – 12 V [2]. Perancangan ini digunakan untuk mempermudah pembacaan tiap-tiap pin pada *Arduino Mega 2560* dan mengetahui *wiring* antar komponen dan mengurangi terjadinya kesalahan dalam wiring, sehingga resiko terjadinya kerusakan antar komponen menjadi berkurang.

2.3 Perancangan RTC DS1307

RTC (Real-Time Clock) adalah komponen IC penghitung yang dapat difungsikan sebagai sumber data waktu baik berupa data jam, hari, bulan maupun tahun. Komponen *DS1307* berupa IC yang perlu dilengkapi dengan komponen pendukung lainnya, seperti kristal sebagai sumber *clock* dan baterai luar 3,6 V sebagai sumber tegangan cadangan agar fungsi penghitung tidak berhenti. Bentuk komunikasi data dari IC *RTC* adalah *I2C* yang merupakan kepanjangan dari *Inter Integrated Circuit*. Komunikasi jenis ini hanya menggunakan 2 jalur komunikasi yaitu *SCL* dan *SDA*. Semua *Microcontroller* sudah dilengkapi dengan fitur komunikasi 2 jalur ini, termasuk diantaranya *Arduino Microcontroller*. Komponen *RTC DS1307* memiliki ketelitian dengan *error* sebesar 1 menit per tahunnya (F. D. K Petruzella, 1996).

RTC (Real-Time Clock) digunakan untuk menyimpan dan menampilkan waktu dan tanggal secara *Real Time*. Pada *RTC* terdapat baterai 3V yang digunakan sumber daya cadangan saat *Power* utama dari rangkaian *RTC* mati, sehingga data waktu dan tanggal yang sedang berjalan tidak akan terreset kembali ke awal. Rangkaian *RTC* dapat dilihat pada Gambar 3.



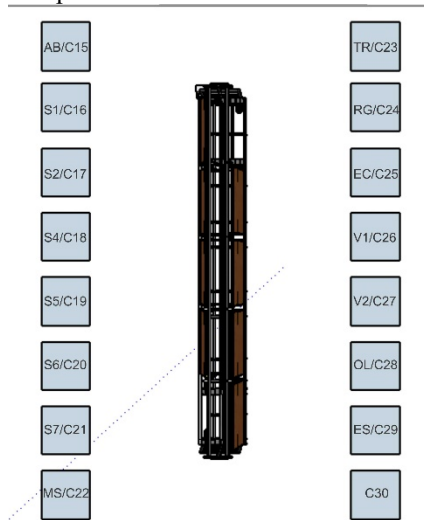
Gambar 3. Perancangan RTC DS1307

2.4 Perancangan Letak Posisi Sensor Proximity Induktif

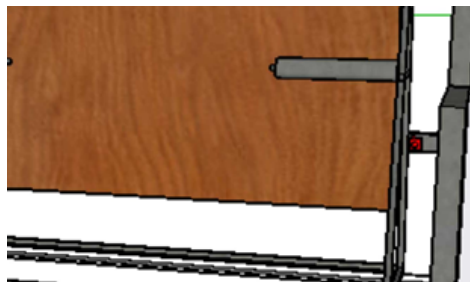
Sensor *Proximity* Induktif pada umumnya terbuat dari kumparan/koil dengan inti ferit sehingga dapat menghasilkan medan elektromagnetik frekuensi tinggi. *Output* dari sensor jarak jenis induktif ini dapat berupa analog maupun digital. Versi Analog dapat berupa tegangan (biasanya sekitar 0 – 10VDC) atau arus (4 – 20 mA). Jarak pengukurannya dapat mencapai hingga 2 inci. Sensor *Proximity* Induktif ini sangat cocok untuk mendeteksi benda-benda logam di mesin dan di peralatan otomatis [4].

Percangan ini digunakan untuk mengetahui letak posisi sensor *proximity* induktif yang ada di

konveyor. Yang mana sensor proximity induktif sendiri juga sebagai penanda *home*, jadi mesin tersebut harus berada di posisi *home* yang ditandai dengan sensor proximity induktif. Sketsa area konveyor diperlihatkan pada Gambar 4. dan letak posisi sensor proximity induktif pada konveyor dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Area konveyor



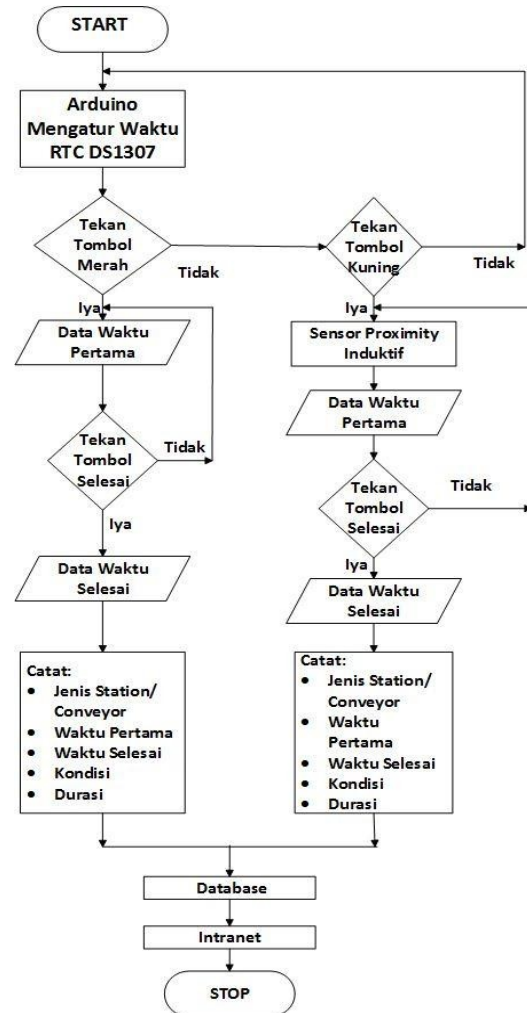
Gambar 5. Letak sensor *proximity* induktif pada konveyor

2.5 Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak ini bertujuan untuk menunjang perangkat keras (*hardware*) agar terbentuk menjadi satu kesatuan sistem. Perangkat lunak yang digunakan pada sistem ini yaitu program *Arduino Mega 2560* untuk membuat dan merencanakan program menggunakan *Arduino IDE* dan program *Adobe Dreamweaver 2018* sebagai tampilan di *web* yang menampilkan data yang sebelumnya sudah disimpan di *database*. Dalam perancangan *software Arduino* dengan fungsi terkait diperlukan beberapa tahapan seperti pada *flowchart* pada Gambar 6.

Arduino IDE (Integrated Development Environment) merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk pemrograman, monitoring dan melalui *software* inilah melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman [5]. *Software* yang digunakan adalah *XAMPP* yang merupakan perangkat lunak bebas yang mendukung berbagai sistem operasi, program ini tersedia di bawah *GNU (General Public License)* dan dapat

mengunduh langsung secara gratis di situs resminya. Untuk menambah kemampuan *Arduino Board* agar terhubung ke jaringan computer maka diperlukan *Ethernet Shield* (Hendy Wiranata, Hendra Thamrin, & Wijaya, 2006).



Gambar 6. *Flowchart* program *Arduino IDE*

Pada penelitian ini menggunakan *Router* yang mempunyai fasilitas *DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)* yang dapat diatur sedemikian rupa sehingga dapat membagi *IP address*. Selain itu, pada *Router* juga terdapat *NAT (Network Address Translator)* yaitu fasilitas yang memungkinkan suatu alamat *IP* atau koneksi internet dapat di *sharing* ke alamat *IP* lain [7].

3. PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

3.1 Pengujian RTC DS1307

Pengujian *RTC DS1307* ini dilakukan untuk mengetahui format tanggal dan waktu sesuai dengan kondisi *Real-Time*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *Arduino Mega 2560*. *RTC* memerlukan *Supply +5V* yang didapatkan dari *5 V Arduino Mega 2560*, pin *SDA / pin 20 Arduino Mega 2560* ke *SDA RTC* dan pin *SCL / pin 21*

Arduino Mega 2560 ke SCL Arduino Mega 2560. Format tanggal dan waktu yang dikirim oleh RTC akan di tampilkan pada serial monitor.

```

bool parse=false;
bool config=false;

// get the date and time the compiler was run
if (getDate(_DATE_) && getTime(_TIME_)) {
  parse = true;
  // and configure the RTC with this info
  if (RTC.write(tm)) {
    config = true;
  }
}

// Serial.begin(9600);
while (!Serial); // wait for Arduino Serial Monitor
delay(200);
if (parse && config) {
  Serial.print("DS1307 configured Time=");
  Serial.print(_TIME_);
  Serial.print(", Date=");
  Serial.println(_DATE_);
} else if (parse) {
  Serial.println("DS1307 Communication Error :-(");
  Serial.println("Please check your circuitry");
} else {
  Serial.print("Could not parse info from the compiler, Time=");
  Serial.print(_TIME_);
  Serial.print(", Date=");
  Serial.print(_DATE_);
  Serial.println("");
}

```

Gambar 7. Program RTC

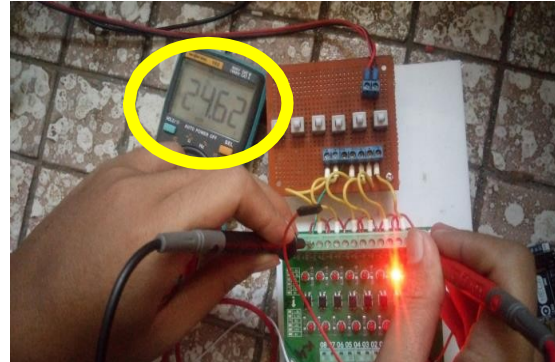
Dapat dilihat di Gambar 7, ini adalah program untuk mengatur waktu pada RTC DS 1307 dengan waktu *real time*. Pengujian Pengaturan waktu ini mencocokkan waktu yang sudah di atur dengan program dengan waktu *real time* yang berada pada laptop.

3.2 Pengujian Modul Optocoupler

Optocoupler merupakan komponen kopling yang digunakan pada rangkaian kontrol *feedback* sebagai catu daya [8]. Pada dasarnya *Optocoupler* terdiri dari 2 bagian utama yaitu *transmitter* yang berfungsi sebagai pengirim cahaya optik dan *receiver* yang berfungsi sebagai pendeteksi sumber cahaya. Jenis-jenis *Optocoupler* yang sering ditemukan adalah *Optocoupler* yang terbuat dari bahan semikonduktor dan terdiri dari kombinasi LED (*light emitting diode*) dan *Phototransistor*. Dalam kombinasi ini, LED berfungsi sebagai pengirim sinyal cahaya optik (*Transmitter*) sedangkan *Phototransistor* berfungsi sebagai penerima cahaya tersebut (*Receiver*).

Pengujian Modul *Optocoupler* dilakukan dengan mengukur tegangan *input* yang diberikan tegangan sebesar 24 V oleh *power supply* dan mengukur tegangan *output* sebesar 5 V. Tegangan *output* tersebut digunakan sebagai *input* ke *port Arduino Mega 2560*. Karena *port Arduino* bekerja ketika ada *input* sebesar 5 V. Dapat dilihat pengukuran pada *port input* alat terbaca 24 V. Dapat dilihat pada Gambar 8. Dapat dilihat bahwa LED yang menyala di dekat *port input* memancarkan sinyal cahaya Infra merahnya dengan tegangan 24VDC yang pengukurannya dapat dilihat di lingkaran warna kuning. Selanjutnya cahaya infra merah yang

dipancarkan tersebut akan dideteksi oleh *Phototransistor* yang berada di dekat *port output* dan menyebabkan terjadinya hubungan atau *Switch ON* pada *Phototransistor*.



Gambar 8. Pengujian Modul *Optocoupler* diberikan Input

3.3 Pengujian Jarak Sensor Proximity Induktif

Pengujian di *Arduino IDE* untuk mengambil data kemampuan jarak *proximity* sensor. Pada pengujian Sensor *Proximity* ini menggunakan *range* maksimal yaitu sebesar 1 cm. Berikut pada Tabel 1 adalah data jarak *proximity* sensor tipe LJ12A3-4-Z/BX.

Tabel 1. Pengujian Jarak Sensor *Proximity* Induktif

Type Sensor	Jarak (cm)	Keterangan
Sensor Proximity Tipe LJ12A3-4-Z/BX	0,1	Terdeteksi
	0,2	Terdeteksi
	0,3	Terdeteksi
	0,4	Terdeteksi
	0,5	Tidak Terdeteksi
	0,6	Tidak Terdeteksi
	0,7	Tidak Terdeteksi
	0,8	Tidak Terdeteksi
	0,9	Tidak Terdeteksi
	1,0	Tidak Terdeteksi

Dapat diketahui bahwa sensor *proximity* 18-8DN mampu mendeteksi program pada jarak maksimal 1 cm sementara sensor *proximity* LJ12A3-4-Z/BX mampu mendeteksi program pada jarak maksimal 0,4 cm.

3.4 Pengujian Jarak Pengiriman Data dengan Router

Pengujian jarak ini memungkinkan pengukuran jarak jauh dan pelaporan informasi kepada komputer yang berada di kantor, Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa stabil koneksi terhadap jarak antara komputer dan *router*, sehingga diperlukan pengujian jarak yang terbagi dua yaitu pengujian tanpa penghalang dan pengujian dengan penghalang ditunjukkan dengan Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Jarak Pengiriman Data

No	Jarak (m)	Pengujian Loss (%)
----	-----------	--------------------

		Tanpa Penghalang	Ada Penghalang
1	5	0	0
2	10	0	0
3	15	0	0
4	20	0	0
5	25	0	0
6	30	0	25
7	35	0	25
8	40	25	25
9	45	25	25

Dari pengujian kedua tersebut dapat disimpulkan bahwa jika terkena penghalang jarak 30 m loss sudah mulai 25% dan untuk kondisi stabilnya ada pada jarak 40 m. Sedangkan untuk pengujian tanpa penghalang jarak 40 m loss sudah mencapai 25% dan untuk kondisi stabilnya di jarak 50 m.

3.5 Pengujian Tampilan Web

Implementasi tampilan *web* dilakukan dengan membuka tiap tiap halaman pada *web* untuk memastikan apakah *web* dapat berjalan sesuai dengan perancangan atau tidak. Proses tampilan antar muka untuk *web* ditampilkan pada Gambar 9. Halaman *logger* pada *web* mencatat dan pelaporan *downtime* di area *conveyor* sekaligus sebagai halaman utama, terdapat tabel yang berisikan station yang berfungsi sebagai menu sortir tiap *station* yang diinginkan. Nantinya akan muncul data total durasi *downtime* yang terjadi baik keseluruhan maupun tiap area konveyor.

ID	Tanggal	Station	WaktuPertama	WaktuSelesai	Kondisi	Durasi
1	2019-07-18	Station1	18:51:42	18:51:56	Merah	12
2	2019-07-18	Station2	18:53:31	18:54:00	Merah	29
3	2019-07-18	Station3	18:56:43	18:57:00	Kuning	17
4	2019-07-18	Station2	20:56:43	20:57:04	Merah	21
5	2019-07-18	Station1	21:57:16	21:57:23	Kuning	7
6	2019-07-18	Station3	23:57:16	23:57:36	Merah	20
7	2019-07-19	Station3	00:58:18	00:58:31	Merah	13
8	2019-07-19	Station2	00:59:08	01:30:09	Merah	1862
9	2019-07-19	Station2	02:32:16	02:50:25	Kuning	1089
10	2019-07-19	Station1	03:58:00	04:00:00	Kuning	120
11	2019-07-19	Station2	04:00:00	04:12:04	Kuning	734
12	2019-07-19	Station1	05:14:07	05:20:19	Merah	372
13	2019-07-19	Station1	06:55:01	07:00:21	Kuning	320
14	2019-07-19	Station3	06:55:02	07:10:24	Kuning	622
15	2019-07-19	Station3	08:19:25	08:19:40	Merah	15
16	2019-07-19	Station1	11:46:46	11:59:47	Merah	781
17	2019-07-19	Station2	13:46:52	13:56:00	Kuning	652
18	2019-07-19	Station1	15:47:08	16:00:00	Kuning	772
19	2019-07-19	Station2	18:50:10	19:00:11	Merah	601
20	2019-07-19	Station3	19:30:11	19:47:12	Kuning	181
21	2019-07-19	Station3	19:47:40	19:48:43	Merah	63
22	2019-07-19	Station2	21:07:44	21:47:48	Kuning	2404
23	2019-07-19	Station1	23:32:47	23:33:50	Merah	63
24	2019-07-19	Station2	23:32:51	23:35:55	Merah	184
25	2019-07-20	Station2	01:20:15	01:33:50	Merah	815
26	2019-07-20	Station2	04:30:00	04:40:07	Kuning	607
27	2019-07-20	Station3	06:30:00	06:32:00	Kuning	120
28	2019-07-20	Station1	06:30:00	06:30:30	Kuning	30
29	2019-07-20	Station1	08:20:00	08:20:42	Merah	42
30	2019-07-20	Station2	10:07:00	10:08:07	Kuning	67
31	2019-07-20	Station3	12:30:00	12:45:00	Merah	900

Gambar 7. Tampilan Web

3.6 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pada pengujian keseluruhan dilakukan untuk mengetahui *downtime* pada area konveyor. Pengujian dilakukan menggunakan sumber dari panel *relay* dan disambungkan ke panel alat *downtime* sebagai *input* tiap tombol per *conveyor*.

Dan tiap *relay* tersambung hanya 1 *port Arduino*. Jadi untuk membuat sistem monitoring pada area tersebut dengan terdapat 26 *Conveyor*. Membutuhkan 52 kabel yang terdiri dari 13 kabel merah dan 13 kabel kuning.

Di tiap *conveyor* disediakan 2 tombol untuk sebagai penanda *downtime*, yakni tombol merah dan tombol kuning. Nanti hasilnya akan di tampilkan di serial monitor, tampilannya terdiri dari tanggal, Jenis *station*, waktu pertama pada saat *downtime*, waktu selesai *downtime*, kondisi dan durasi *downtime*. Untuk memunculkan data durasi lama waktu *downtime* menggunakan sistem selisih antara waktu berakhirnya atau selesainya *downtime* dikurangkan dengan waktu pertama *downtime*. Dapat dilihat di persamaan 1. Pengujian lama pengiriman data di perlihatkan pada Tabel 3.

$$\text{Durasi} = \text{Waktu Kedua} - \text{Waktu Pertama} \quad (1)$$

Tabel 3. Pengujian Lama Pengiriman Data

No	Pengujian ke-	Lama Pengiriman (detik)
1	Pengujian 1	5 Detik
2	Pengujian 2	4,9 Detik
3	Pengujian 3	4,8 Detik
4	Pengujian 4	4,8 Detik
5	Pengujian 5	5 Detik
6	Pengujian 6	5 Detik
7	Pengujian 7	4,9 Detik
8	Pengujian 8	4,8 Detik
9	Pengujian 9	5,1 Detik
10	Pengujian 10	4,9 Detik

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini didapatkan tampilan waktu awal terjadinya *downtime* dan durasi waktu lamanya *downtime* pada masing-masing konveyor. Dari hasil pengujian data jarak maksimal *ethernet shield* jika tanpa penghalang 50 meter dan jika dengan penghalang 40 meter. Dengan adanya sistem monitoring dan pelaporan *downtime* pada area konveyor dalam mencatat waktu *downtime* lebih cepat dari biasanya, yang biasanya mencatat tiap 2 jam sekali dalam laporan. Tetapi dengan sistem ini mampu mengirim data dengan lama waktu pengiriman yaitu ± 5 detik.

PUSTAKA

- [1] P. Stefaniak, J. Wodecki, dan R. Zimroz, "Maintenance management of mining belt conveyor system based on data fusion and advanced analytics," dalam *Applied Condition Monitoring*, 2017, hlm. 465–476.
- [2] A. Muhyidin, "Monitoring Dan Pelaporan Kehadiran Siswa Berbasis Website - Monitoring And Reporting Web-Based Student Attendance," diploma, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018.
- [3] F. D. KPetruszella, *Elektronika Industri*. Yogyakarta: Andi, 1996.

- [4] - Desiani, "APLIKASI SENSOR PROXIMITY PADA LENGAN ROBOT SEBAGAI PENYORTIR KOTAK BERDASARKAN UKURAN BERBASIS ARDUINO UNO," other, Politeknik Negeri Sriwijaya, 2015.
- [5] A. Haris, "Pemantau isi kulkas menggunakan ethernet shield R3 berbasis Arduino Uno R3," Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, 2016.
- [6] H. Hendy wiranata, R. Hendra thamrin, dan Y. Wijaya, "Analisis dan PERANCANGAN JARINGAN DENGAN PERHITUNGAN PEMAKAIAN AKSES INTERNET PADA PT. BONET UTAMA," undergraduate, BINUS, 2006.
- [7] R. Hartono, "Perancangan Sistem Data Logger Temperatur Baterai berbasis Arduino Duemilanove," Program Studi Diploma III Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember, Jember, 2013.
- [8] J. Ben Hadj Slama, H. Hellali, A. Lahyani, K. Louati, P. Venet, dan G. Rojat, "Optocouplers Ageing Process : Study and Modeling," *Int. Conf. Electr. Eng. Des. Technol. Hammamet Tunis.*, Nov 2007.