

Home > Vol 9, No 1 (2023)

Journal Industrial Services

Journal Industrial Services (JISS) is an open access, peer-reviewed, international journal published by the Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Sultan Ageng Tirtayasa University. JISS has been accredited **Sinta 4 (S4)** by Directorate of Higher Education Indonesia since 2018.

This journal is published twice a year, in April and October each year. JISS cooperates with the Cooperation Agency for Higher Education in Industrial Engineering (Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Teknik Industri or BKSTI) and has been indexed by **Google Scholar**, **Garuda**, **Index Copernicus International (ICV = 54.97)**, **BASE**, and **Dimensions**, and has a Digital Object Identifier (DOI) for each article.

JISS is aimed at an audience of researchers, educators and practitioners of industrial engineering and associated fields. It publishes original contributions on the development of methodologies for solving industrial engineering problems, as well as the applications of those methodologies to problems of interest in the broad industrial engineering and associated communities. Papers reporting on applications of industrial engineering techniques to real-life problems are welcome, as long as they satisfy the criteria of originality in the choice of the problem and the tools utilized to solve it, the generality of the approach for applicability to other problems, and significance of the results produced.

IMPORTANT: Please read the [Author Guidelines](#) before submitting to his journal. If you fail to copy with the guideline, we will decline your submission before it is sent to reviewers.

IMPORTANT: JISS does not apply a reserved quota for each edition. Instead, we publish articles that have passed the review process and are accepted by the editor. The review process takes about 1-4 months, depending on



USER

Username

Password

Remember me

MENU

- [Editorial Team](#)
- [Reviewers](#)
- [Focus and Scope](#)
- [Peer Review Process](#)
- [Open Access Policy](#)
- [Author Guidelines](#)
- [Copyright Notice](#)
- [Crossmark Policy](#)

REVIEW INSTRUCTIONS

- [Review Procedure \(pdf\)](#)
- [Review Procedure \(video\)](#)

SUBMISSION INSTRUCTIONS

- [Instruction for Authors](#)
- [Article template](#)
- [Article example](#)

JOURNAL CONTENT

Search

Home > Archives > Vol 6, No 2 (2021)

Vol 6, No 2 (2021)

Maret 2021

Table of Contents

Articles

Pengaruh Motivasi Intrinsik dan Motivasi Ekstrinsik terhadap Produktivitas Kerja Pegawai di UKM Tahu Sehat Cikampek <i>Husna Rozzaqiyah, Maman Suryaman, Risma Fitriani, Billy Nugraha</i>	PDF 85 - 92
Peramalan Utilitas Listrik dan Gas menggunakan Bahasa Pemrograman Python dan FBProphet <i>Achmad Bahauddin, Agung Dwiki Darmawan, Savarani Aulia Ihsani, Nadia Jahra Izdihar</i>	PDF 93 - 98
Analisa Optimalisasi Keuntungan dengan Integer Linear Programming dan Metode Branch and Bound pada Toko Bunga QuinnaStory <i>Ayunda Zuserain, Winarno Winarno, Billy Nugraha, Ade Momon</i>	PDF 99-104
Peningkatan Produktivitas Perusahaan Melalui Identifikasi Waste Dan Efisiensi Waktu Produksi Pada Pengrajin Emping <i>Evi Febianti, Ani Umyati, Nuraida Wahyuni, Kulsum Kulsum</i>	PDF 105-111
Analisis Break-Even Point pada Usaha Produksi Minyak Nilam di Kabupaten Aceh Selatan <i>ling Pamungkas, Heri Tri Irawan</i>	PDF 112-116
Human resource scorecard untuk Mengukur Kinerja Sumber Daya Manusia pada Perusahaan Baja <i>Nuraida Wahyuni, Robi Setiawan, Akbar Gunawan, Hadi Setiawan</i>	PDF 117-121
Postur Kerja Pemilah Sampah Anorganik Di TPST XYZ <i>Nustin Merdiana Dewantari</i>	PDF 122-128
Usulan Aksi Mitigasi Risiko Rantai Pasok Gipang Singkong Pada IKM IKA-KE Cilegon, Banten <i>Maria Ulfah</i>	PDF 128-134
ANALISIS PENGUKURAN PRODUKTIVITAS PT XYZ MENGGUNAKAN METODE AMERICAN PRODUCTIVITY CENTER DAN CRAIG-HARRIS <i>Putiri Bhuana Katili, Akbar Gunawan, Utami Damayanti, Kulsum Kulsum, Bobby Kurniawan</i>	PDF 135-146
PENENTUAN LOT SIZE DENGAN MODEL DINAMIS ALGORITMA WAGNER WITHIN DI PT XYZ <i>Febby Chandra Adipradana, Yusraini Muharni</i>	PDF 147-154
PERANCANGAN KLASER INDUSTRI HILIR PETROKIMIA DENGAN PENDEKATAN SISTEM RANTAI PASOK DI KOTA CILEGON <i>Asep Ridwan, Putro Ferro Ferdinant, Niken Ayu Savitri</i>	PDF 155-165
Analisis Faktor Prioritas Penilaian Kinerja Internal dan Eksternal Divisi C&SBU di PT XYZ Menggunakan Metode Analytical Network Process (ANP) <i>Dyah Lintang Trenggonowati, Kulsum Kulsum</i>	PDF 166-173
Analysis of Service Quality on Customer Satisfaction Through Importance Performance Analysis and KANO Model <i>Nurul Umami, Nuraida Wahyuni, Iqbal Apriadi</i>	PDF 174-183
Usulan Preventive Maintenance Mesin Press 500 Ton Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance II di PT. DHI <i>Maria Ulfah, Ade Irman Saeful Mutaqin, Azwar Affandi Saputra</i>	PDF 184-192
Perancangan Alat Bantu untuk Mendeteksi Antrian pada Fasilitas Produksi Menggunakan Arduino Uno <i>Rainisa Maini Heryanto, Erwani Merry Sartika, Winda Halim, Santoso Santoso, Rudy Wawolumaja, Yeremia Timotius</i>	PDF 193-197

USER

Username

Password

Remember me

MENU

Editorial Team
Reviewers
Focus and Scope
Peer Review Process
Open Access Policy
Author Guidelines
Copyright Notice
Crossmark Policy

REVIEW INSTRUCTIONS

Review Procedure (pdf)
Review Procedure (video)

SUBMISSION INSTRUCTIONS

Instruction for Authors
Article template
Article example

JOURNAL CONTENT

Search

Search Scope
All

Browse

> By Issue
> By Author
> By Title
> Other Journals
> Categories

JOURNAL METRIC



VISITORS



Upaya Peningkatan Produktivitas menggunakan Perancangan Pemodelan Business Process Modelling Notation (BPMN) <i>Kulsum Kulsum, Hafair Mubarak, Evi Febianti, Yusraini Muharni, Putiri Bhuana Katili, Dyah Lintang Trenggonowati, Akbar Gunawan</i>	PDF 198-206
PENINGKATAN KUALITAS LAYANAN PADA INDUSTRI TRANSPORTASI KERETA MASS RAPID TRANSIT JAKARTA <i>Sirajuddin Sirajuddin, Akbar Gunawan, Fani Rahma Damayanti</i>	PDF 207-215
Strategi Penguatan Sistem Inovasi Unit Pengolahan Ikan di Provinsi Banten <i>Shanti Kirana Angraeni, Muhammad Syamsul Ma arif, Sukardi Sukardi, Sapta Raharja</i>	PDF 216-222
Pengukuran Kriteria Green and Smart Campus dengan Metode Analytical Hierarchy Process <i>Putro Ferro Ferdinant, Ade Irman Saeful Mutaqin, Nuraida Wahyuni</i>	PDF 223-229
Multi-agent Based Modeling of Container Terminal Operations <i>Rully Tri Cahyono</i>	PDF 230-235



is supported by





Perancangan Alat Bantu untuk Mendeteksi Antrian pada Fasilitas Produksi Menggunakan Arduino Uno

Rainisa Maini Heryanto^{1*}, Erwani Merry Sartika², Winda Halim³, Santoso⁴, Rudy Wawolumaja⁵, Yeremia Timotius⁶

^{1,3,4,5,6}Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Maranatha, Jl. Prof. drg. Surya Sumantri MPH No. 65, Bandung, 40164, Indonesia.

²Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Maranatha, Jl. Prof. drg. Surya Sumantri MPH No. 65, Bandung, 40164, Indonesia.

*Corresponding author: rainisa.mh@eng.maranatha.edu

ARTICLE INFO

Received: 2021-03-15
Revision: 2021-03-17
Accepted: 2021-03-28

Keywords:

Antrian
Arduino Uno
Brainstroming

ABSTRACT

Dalam industri manufaktur, lini produksi dikatakan baik jika memiliki keseimbangan beban kerja yang relatif sama antar stasiun kerja. Antrian *Work in Process (bottleneck)* dalam lini produksi secara tidak langsung memberikan banyak akibat seperti target produksi yang tidak tercapai sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan konsumen dan akhirnya antrian akan menimbulkan biaya. Selain itu antrian juga akan mempengaruhi mental operator sehingga operator harus bekerja dengan cepat dan hal tersebut akan berpengaruh pada kualitas akhir dari produk. Penelitian ini merancang suatu alat yang dapat mendeteksi antrian pada suatu fasilitas produksi sehingga penyebabnya dapat ditangani dengan cepat. Metode yang digunakan dalam perancangan alat pendeteksi antrian ini adalah metode *brainstroming* untuk pengumpulan ide yang disesuaikan dengan permasalahan yang terjadi dalam perakitan. Dengan pertimbangan kebutuhan dalam era industri saat ini maka alat pendeteksi antrian yang dirancang menggunakan sistem kontrol antrian yang terdiri dari Arduino Uno sebagai mikrokontroler, *limit switch* sebagai sensor untuk antrian, *buzzer* sebagai sumber bunyi, dan lampu LED sebagai sumber cahaya. Kondisi antrian disimulasikan dengan menggunakan 3 buah *switch* yang dipasang pada alat pendeteksi antrian. Pada kondisi dimana terjadi antrian, maka *buzzer* akan berbunyi dan lampu LED akan menyala sehingga pengawas dapat dengan cepat mendeteksi fasilitas produksi yang terdapat antrian. Alat pendeteksi ini diujicobakan di laboratorium pada lintasan produksi perakitan sederhana yang membuat produk berupa *bundling* CD yang terdiri dari 2 buah CD yang digabungkan menjadi 1 dan sudah dapat mendeteksi antrian yang terjadi pada lintasan produksi tersebut.

1. PENDAHULUAN

Dalam industri manufaktur, lini produksi biasanya terdiri dari beberapa fasilitas produksi untuk memproduksi sebuah produk. Lini produksi adalah penempatan area-area kerja dimana operasi-operasi diatur secara berurutan dan material bergerak secara kontinu melalui operasi yang terangkai seimbang. Menurut karakteristik produksi, lini produksi dibagi menjadi 2 yaitu lini fabrikasi dan lini perakitan. Lini perakitan merupakan

lintasan produksi yang terdiri atas sejumlah operasi perakitan yang dikerjakan pada beberapa stasiun kerja dan digabungkan menjadi benda *assembly* atau *subassembly* [1]. Lini produksi dapat dikatakan baik jika memiliki keseimbangan beban kerja yang relatif sama antar stasiun kerja atau fasilitas produksi. Lini produksi yang seimbang akan cenderung memiliki efisiensi lintasan yang tinggi. Keseimbangan beban kerja dapat diukur

dari waktu yang dibutuhkan setiap stasiun kerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

Pada kenyataan di lapangan, beberapa faktor seperti pemakaian jenis mesin yang berbeda, perlu adanya perlakuan tertentu pada beberapa stasiun kerja, atau kemampuan operator yang berbeda-beda menyebabkan perbedaan waktu yang signifikan antar stasiun kerja yang satu dengan stasiun kerja yang lain. Perbedaan waktu ini dapat menyebabkan beberapa stasiun akan bekerja dengan normal sedangkan stasiun lain mengalami antrian *Work in Process* (WIP). Antrian ini dikenal dengan istilah *bottleneck*. *Bottleneck* disebut juga sebagai kendala internal dan merupakan keterbatasan sumber daya (stasiun kerja) atau kebijakan pengaturan operasional yang membatasi keluaran dari fasilitas [2].

Antrian merupakan waktu dan biaya yang terbuang sehingga sedapat mungkin antrian harus diminimalisasi dalam sebuah lintasan produksi. Langkah yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini adalah mendeteksi antrian. Salah satu cara untuk mendeteksi antrian secara horizontal dalam sebuah lintasan produksi selain dengan perhitungan adalah dengan menggunakan alat pendeteksi antrian.

Untuk merancang alat pendeteksi antrian digunakan teknik *brainstorming* yang dikembangkan pada tahun 1953 oleh Alex Faickney Osborn dan merupakan teknik yang baik bagi tim perancangan karena memberikan kebebasan bagi anggota tim untuk berpikir keluar dari batasan dan dapat memberikan solusi yang paling efektif [3]. *Brainstorming* adalah metode yang digunakan untuk membangkitkan sejumlah ide yang mungkin ada dan beberapa ide kreatif dan berharga yang akan dipilih. Definisi lain dari *brainstorming* adalah satu cara untuk mendapatkan banyak ide dari sekelompok manusia dalam waktu yang singkat [4]. Metode ini telah banyak digunakan dalam beberapa penelitian tentang perancangan seperti perancangan meja QC [4] dan almari pakaian bayi serbaguna [5].

2. METODE PENELITIAN

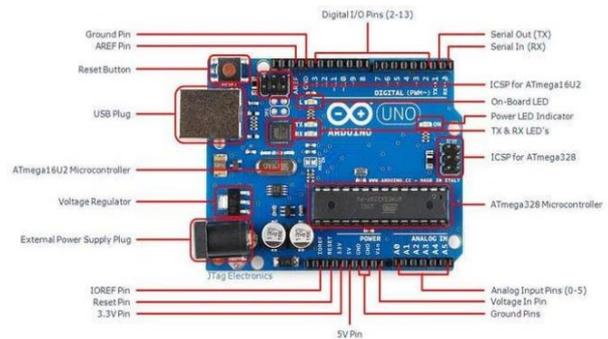
Metode yang digunakan dalam melakukan perancangan alat bantu untuk mendeteksi antrian ini adalah metode *brainstorming*. Metode ini dilakukan dengan mengumpulkan ide dari tim peneliti yang disesuaikan dengan permasalahan yang terjadi dalam lintasan perakitan.

Alat pendeteksi antrian ini dirancang menggunakan sistem kontrol antrian yang terdiri dari Arduino Uno sebagai mikrokontroler, *limit switch* sebagai sensor untuk antrian, *buzzer* sebagai sumber bunyi, dan lampu LED sebagai sumber cahaya. Pada kondisi dimana terjadi antrian, maka *buzzer* akan berbunyi dan lampu LED akan menyala.

Arduino Uno merupakan salah satu Arduino yang mudah didapatkan. Arduino ini dibekali dengan mikrokontroler ATMEGA328P dan versi terakhir yang dibuat adalah versi R3 [6]. ATMEGA328P yang sudah terbentuk modul Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 1. *Limit switch* adalah merupakan jenis saklar

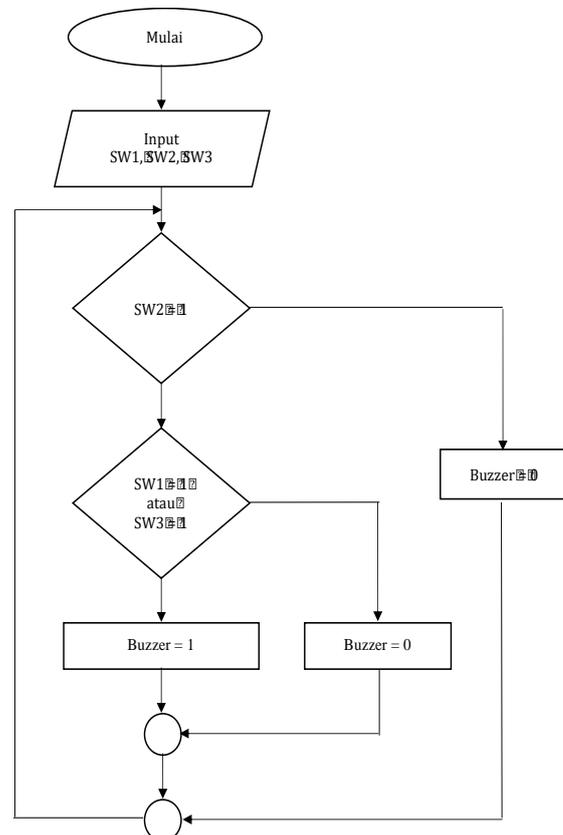
yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. *Limit switch* termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut.

Buzzer elektronika adalah sebuah komponen elektronika yang dapat menghasilkan suara berupa gelombang bunyi. *Buzzer* elektronika akan menghasilkan getaran suara ketika diberikan sejumlah tegangan listrik dengan taraf tertentu sesuai dengan spesifikasi bentuk dan ukuran *buzzer* elektronika itu sendiri.



Gambar 1. Arduino Uno [6]

Alat pendeteksi ini diujicobakan pada lintasan produksi sederhana pada laboratorium. Lintasan yang dirancang adalah jenis lintasan sistem antrian dengan satu fasilitas pelayanan (1 server) dengan beberapa tahap/stasiun [7]. Lintasan produksi terdiri dari 3 buah stasiun kerja perakitan. Berdasarkan hasil *brainstorming* tim peneliti berikut adalah *flow chart* cara kerja sistem kontrol antrian yang dapat dilihat pada Gambar 2.



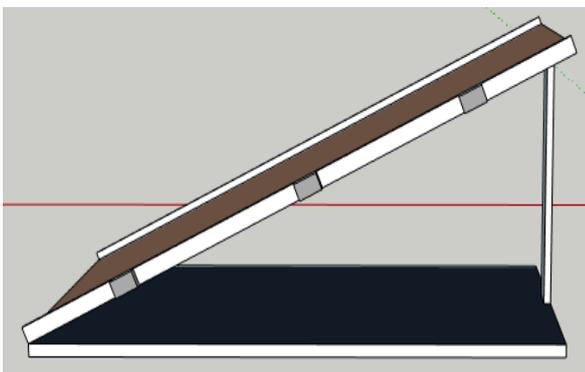
Gambar 2. Flow Chart Cara Kerja Sistem Kontrol Antrian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, peserta *brainstorming* adalah tim peneliti yang berjumlah 6 orang yang meliputi bidang keahlian optimisasi sistem industri, perancangan produk dan ergonomi, serta sistem kontrol. Berdasarkan diskusi yang dilakukan dalam tim disepakati bahwa berdasarkan ide kebutuhan dalam era industri 4.0 saat ini menyebabkan alat pendeteksi antrian akan dirancang menggunakan Arduino Uno. Pengawas dapat dengan cepat mendeteksi fasilitas produksi yang terdapat antrian dan dapat dilakukan penanganan dengan cepat sehingga output produksi tetap terjaga dan kebutuhan konsumen dapat terpenuhi.

Pada sistem antrian untuk pemeriksaan kepadatan dari pengerjaan suatu produk, dirancang *plant*/sistem seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Tidak adanya fasilitas konveyor pada lintasan produksi sederhana yang diujicobakan di laboratorium membuat sistem dirancang sederhana membentuk bidang miring yang digunakan untuk jalur antrian barang. Kemiringan yang digunakan adalah 26°, namun kemiringan ini dapat disesuaikan dengan berat dari barang yang berada dalam sistem antrian. Kondisi ini akan memudahkan peletakan barang.

Untuk barang berupa CD yang massanya hanya 70 gram seperti yang diujicobakan di laboratorium, kondisi kemiringan ini sudah dapat memberikan hasil yang efektif untuk pergerakan barang dengan memanfaatkan gravitasi tanpa bantuan dorongan oleh operator. Gambar 3 adalah *plant*/sistem yang dirancang sehingga secara otomatis barang yang diletakkan akan turun karena gravitasi. *Plant*/sistem dideteksi oleh 3 sensor *limit switch* (warna abu-abu), untuk mengetahui kondisi antrian akibat kepadatan pengerjaan suatu produk. Jika pada lintasan terdapat konveyor, maka alat pendeteksi ini tidak perlu dibuat miring dan *switch* dapat langsung dipasang pada sisi konveyor yang tidak bergerak.



Gambar 3. Perancangan Alat Bantu Pedeteksi Antrian

Sistem kontrol yang digunakan pada sistem antrian ini adalah sistem kontrol *loop* tertutup dengan masukan berupa 3 buah sensor *limit switch* (SW1, SW2, dan SW3) yang digunakan untuk mengetahui posisi dari barang yang akan dideteksi pada 3 lokasi yang berdekatan. Penggunaan 3 buah sensor sudah dapat menunjukkan

adanya antrian pada lintasan. Jumlah sensor dapat disesuaikan dengan kondisi lintasan perakitan yang ada atau dapat dilihat dengan menggambarkan *gant chart*. Antrian akan muncul jika stasiun pendahulu memiliki waktu operasi lebih cepat dari stasiun yang bersangkutan. Jumlah antrian juga akan bergantung pada waktu operasi dari stasiun kerja.

Jika sensor hanya dipasang 1 atau 2 buah maka tidak akan menunjukkan kondisi antrian yang signifikan, namun dengan simulasi 3 buah sensor sudah dapat menunjukkan kondisi adanya antrian. Kondisi sistem yang akan dikontrol ditunjukkan pada Tabel 1.

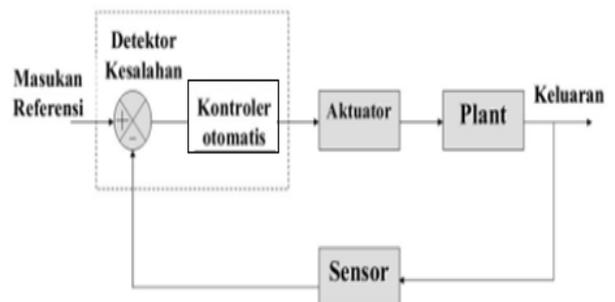
Tabel 1. Sistem Pengontrolan *Limit Switch*

Kondisi	Buzzer	SW1	SW2	SW3
1	(1)nyala	1	1	0
2	(1)nyala	0	1	1
3	(0)mati	1	0	1
4	(1)nyala	1	1	1

Pada Tabel 1 dijelaskan bahwa jika pada lintasan terdapat barang berurutan pada alat pendeteksi antrian maka *switch* akan mendeteksi dan *buzzer* serta LED akan menyala. Dapat dilihat pada kondisi 1 dimana barang berada pada posisi SW1 dan SW2, kondisi 2 dimana barang berada pada posisi SW2 dan SW3, dan kondisi 4 dimana barang berada pada semua posisi yaitu SW1, SW2, dan SW3.

Sistem kontrol yang digunakan adalah sistem kontrol *loop* tertutup, jenis kontroler yang digunakan adalah kontrol *on/off* (menggunakan Arduino Uno), aktuator (*buzzer*) akan menyala untuk kondisi 1 dan akan mati untuk kondisi 0 hasil keluaran dari kontroler.

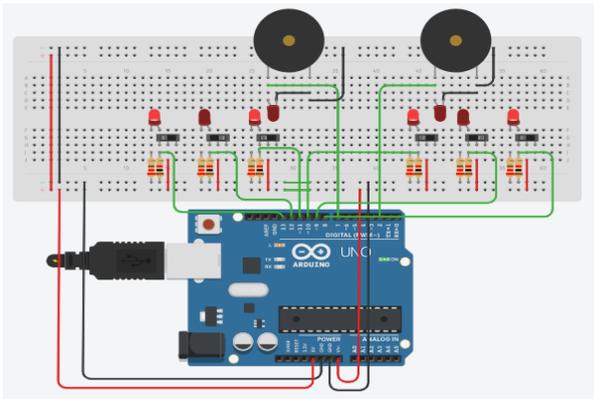
Gambar 4 menjelaskan bahwa masukan referensi adalah kondisi seperti pada Tabel 1, kemudian kontroler Arduino otomatis akan memeriksa kondisi sensor SW1, SW2, dan SW3 sesuai Tabel 1 dan mengeluarkan sinyal 5 volt untuk mengaktifkan *buzzer* dan memberikan sinyal kurang dari 3 volt untuk mematikan. *Buzzer* adalah aktuator pada sistem kontrol yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Blok Sistem Kontrol Antrian

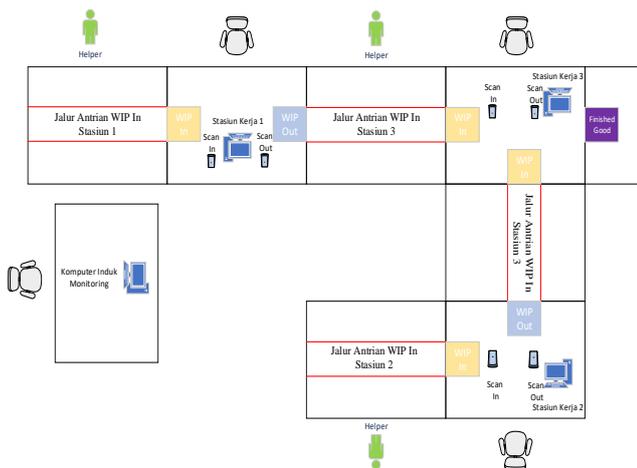
Wiring atau pengkabelan dari sistem kontrol antrian yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 5. Sebuah kontroler Arduino digunakan untuk mengontrol dua buah antrian. Masing-masing antrian terpasang *buzzer* dan LED sebagai indikator kondisi sedang ada antrian

atau tidak. Setiap sensor *limit switch* juga terpasang diberi LED sebagai indikator sensor terdeteksi atau tidak.



Gambar 5. Wiring Sistem Kontrol Antrian

Setelah alat pendeteksi antrian ini selesai dirancang, alat ini kemudian diujicobakan pada lintasan produksi sederhana di laboratorium yang terdiri dari 3 stasiun kerja perakitan. Gambar 6 menunjukkan *layout* lintasan produksi yang dirancang untuk uji coba alat pendeteksi antrian.



Gambar 6. Layout Lintasan Produksi

Alat pendeteksi ini diujicobakan pada lintasan produksi perakitan sederhana yang membuat produk berupa *bundling* CD yang terdiri dari 2 buah CD. Lintasan produksi terdiri dari 3 buah stasiun kerja yaitu stasiun kerja CD 1, stasiun kerja CD 2, dan stasiun penggabungan atau perakitan CD 1 dan CD 2 dan sudah dapat mendeteksi antrian yang terjadi melalui suara dari *buzzer* elektronika dan nyala lampu dari LED. Terdapat 4 alat pendeteksi antrian yang dipasang pada *WIP in* dari masing-masing stasiun kerja. Buzzer dan LED akan menyala pada masing-masing stasiun akan menyala mengikuti kondisi yang telah dijelaskan pada Tabel 1.

Dengan adanya alat pendeteksi antrian ini diharapkan pengawas dapat segera mengambil tindakan jika terdapat antrian. Tindakan yang diambil oleh pengawas selanjutnya dapat disesuaikan dengan kondisi

yang terjadi di lapangan. Jika antrian bersifat terus menerus maka tindakan dapat diarahkan dengan mengikuti tahapan dasar untuk pengembangan terus menerus [8] atau dengan menggunakan konsep TOC yang memperhatikan 7 prinsip kunci [9].

4. KESIMPULAN

Teknik *brainstorming* yang digunakan dalam penelitian ini memberikan ide dalam perancangan alat pendeteksi antrian dalam lintasan produksi yang berbasis Arduino Uno. Pengawas dapat cepat mendeteksi antrian pada fasilitas produksi yang ditandai dengan *buzzer* yang langsung berbunyi dan lampu LED yang langsung menyala.

Alat pendeteksi antrian yang dirancang sudah dapat mendeteksi antrian yang terjadi secara horizontal dalam lintasan produksi dengan memberikan suara pada *buzzer* elektronika dan nyala lampu dari LED menggunakan sensor *limit switch*. Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan menghubungkan Arduino Uno ini ke dalam android [10] sehingga menjadi berbasis *Internet of Things* (IoT) dan akan memberikan kemudahan untuk pengawas untuk mendeteksi antrian dimana pun berada.

ACKNOWLEDGEMENT

Terima kasih untuk Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Maranatha yang telah membiayai pembuatan alat pendeteksi antrian ini, Laboratorium Kontrol tempat alat pendeteksi antrian ini dibuat, dan Laboratorium Sistem Produksi tempat alat pendeteksi antrian ini diujicoba.

REFERENCES

- [1] S. Santoso dan R. M. Heryanto, Perencanaan dan Pengendalian Produksi 1, Bandung: Alfabeta, 2017.
- [2] E. M. Goldratt dan J. Cox, The Goal, New York: North River Press, 1994.
- [3] H. Besant, "The Journey of Brainstorming," *Journal of Transformational Innovation*, vol. 2, no. 1, pp. 1-7, 2016.
- [4] M. B. Setiawan, L. T. Quentara dan D. Rahmatika, "Implementasi Metode Brainstorming dan Pendekatan Antropometri dalam Perancangan Meja Quality Control untuk Skala Laboratorium," *Jurnal Ergonomi dan K3*, vol. 5, no. 1, pp. 20-29, 2020.
- [5] M. Rofieq, "Perancangan Almari Pakaian Bayi Serbaguna Melalui Brainstorming dengan Ibu Rumah Tangga," *Jurnal Teknik Industri*, pp. 101-107, 2012.
- [6] J. Junaidi dan D. Y. Prabowo, Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino, Bandar Lampung: Aura, 2018.
- [7] J. Heizer dan B. Render, Operations Management 10th Edition, Pearson International Edition, 2010.
- [8] S. N. Chapman, The Fundamental of Production Planning and Inventory Control, New Jersey: Pearson, 2006.
- [9] L. J. Krajewski, M. K. Maholtra dan L. P. Ritzman, Operations Management Processes and Supply

Chains, London: Pearson, 2016.

- [10] A. Kadir, Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemogramannya Menggunakan Arduino, Yogyakarta: And, 2013.