



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

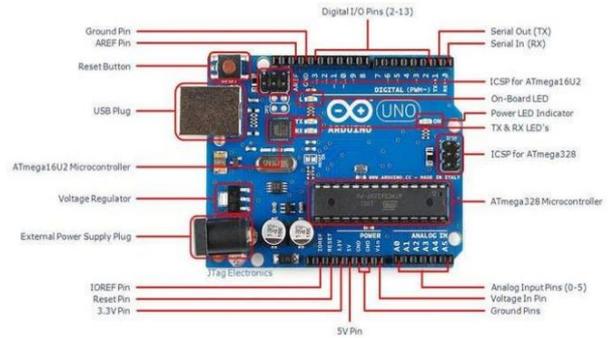
Metode yang digunakan dalam melakukan perancangan alat bantu untuk mendeteksi antrian ini adalah metode *brainstorming*. Metode ini dilakukan dengan mengumpulkan ide dari tim peneliti yang disesuaikan dengan permasalahan yang terjadi dalam lintasan perakitan.

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

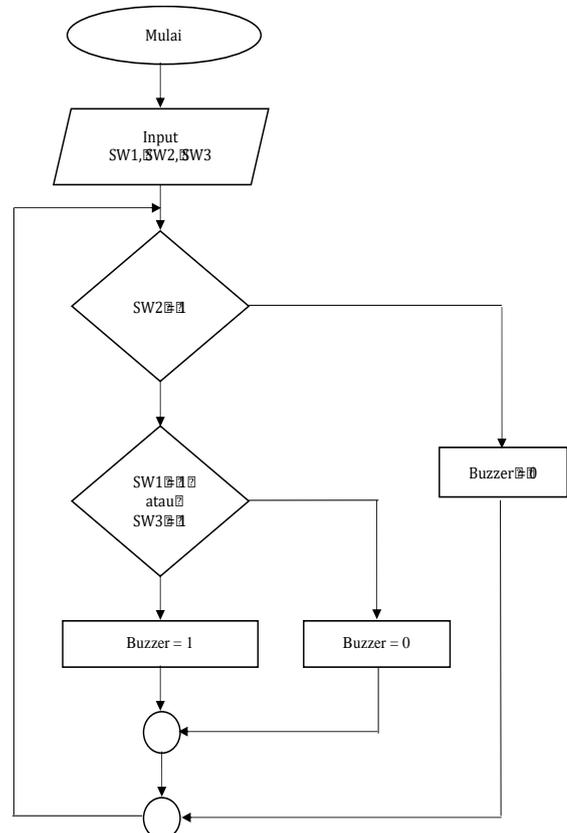
yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. *Limit switch* termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut.

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.



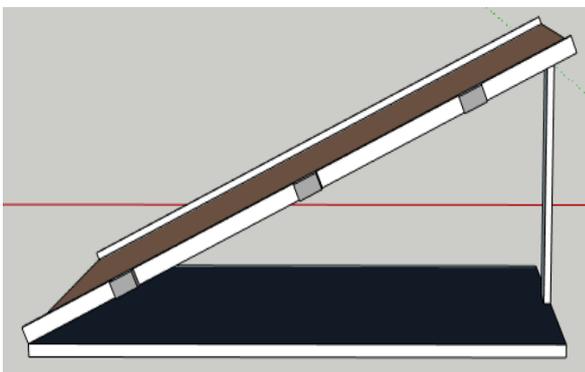
Gambar 2. Flow Chart Cara Kerja Sistem Kontrol Antrian

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.

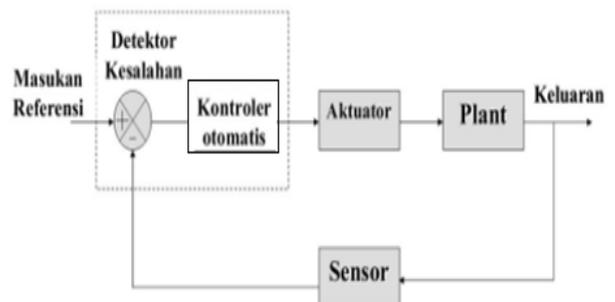
Tabel 1. Sistem Pengontrolan *Limit Switch*

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.

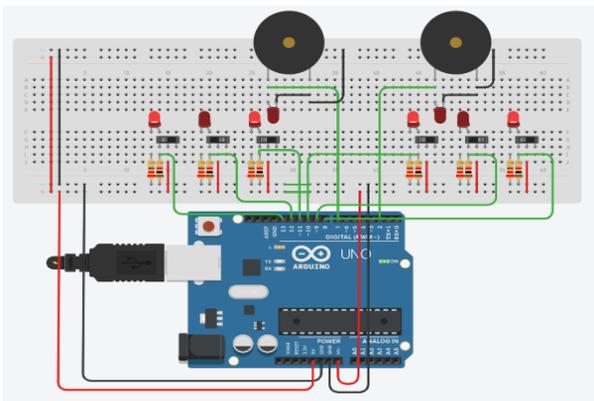
Gambar 4 menjelaskan bahwa masukan referensi adalah kondisi seperti pada Tabel 1, kemudian kontroler Arduino otomatis akan memeriksa kondisi sensor SW1, SW2, dan SW3 sesuai Tabel 1 dan mengeluarkan sinyal 5 volt untuk mengaktifkan *buzzer* dan memberikan sinyal kurang dari 3 volt untuk mematikan. *Buzzer*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



Gambar 4. Diagram Blok Sistem Kontrol Antrian

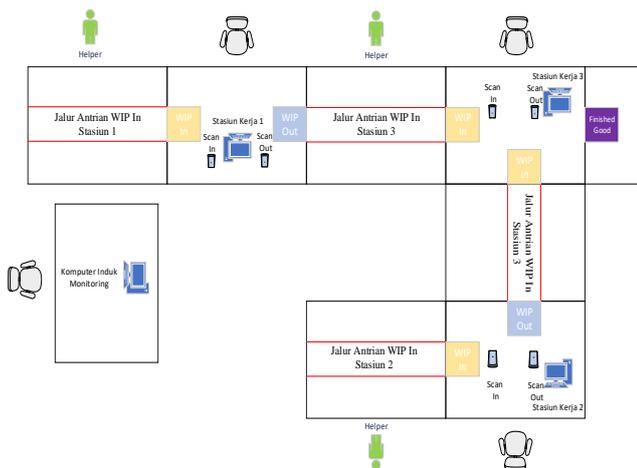
Wiring atau pengkabelan dari sistem kontrol antrian yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 5. Sebuah kontroler Arduino digunakan untuk mengontrol dua buah antrian. Masing-masing antrian terpasang *buzzer* dan LED sebagai indikator kondisi sedang ada antrian

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.