

SISTEM WIRE WELDER SELECTION

Sumantri Kurniawan Risandriya,S.T.,M.T.,Maulana Rafly Fadillah

Politeknik Negeri Batam

Sumitomo Corporation

Batam,Indonesia

Email: Maulanarafly853@gmil.com

Abstrak— Proyek ini bertujuan meningkatkan efisiensi dan mengurangi kesalahan pada proses assembly *wire* di PT Sumitomo *Wiring System* Batam, sebuah perusahaan yang bergerak di bidang produksi *wire harness*. Sistem yang dirancang menggunakan metode eksperimen dengan perangkat seperti mikrokontroler Arduino Mega 2560, sensor proximity, LED, dan buzzer untuk memberikan notifikasi visual dan audio. Dalam implementasinya, LED menyala sebagai indikator kabel yang harus diambil, dan buzzer berbunyi jika terjadi kesalahan pengambilan. Hasil pengujian menunjukkan sistem memiliki tingkat keberhasilan 96%, mampu meningkatkan efisiensi waktu hingga satu siklus pengambilan kabel hanya memakan waktu satu menit. Sistem ini secara signifikan mengurangi kesalahan operator dalam pengambilan kabel dan meningkatkan output produksi hingga 480 unit *wire harness* per hari.

Kata Kunci: Mikrokontroler(Arduino Mega 2560), Sensor proximity Capacitive, LED,Buzer

I. PENDAHULUAN

PT.Sumitomo *Wiring System* Batam adalah perusahaan yang bergerak di bidang produksi *wire harness* untuk berbagai industri. Dalam proses assembly, operator diharuskan mengambil kabel secara berurutan dari slot tabung ke mesin welder. Namun, pengamatan menunjukkan sering terjadi kesalahan dalam pengambilan kabel akibat tidak adanya indikator atau sistem pemberitahuan. Kesalahan ini menyebabkan penurunan efisiensi dan peningkatan risiko barang rusak di lini produksi.

Proyek ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan *sistem Wire Welder Selection* berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560. Sistem ini menggunakan indikator visual berupa LED dan buzzer sebagai peringatan audio untuk membantu operator mengambil kabel secara berurutan dengan sistem ini [12] [14],diharapkan kesalahan pengambilan kabel dapat diminimalkan, meningkatkan efisiensi waktu, dan meningkatkan kapasitas produksi.

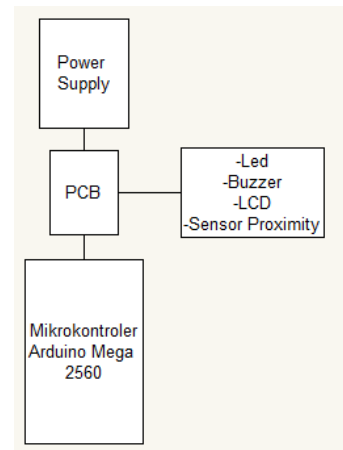
II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang mencakup perancangan perangkat keras dan *lunak sistem Wire Welder Selection*. Perangkat keras terdiri dari Arduino Mega 2560 sebagai pengendali utama, sensor proximity untuk mendeteksi keberadaan kabel, LED sebagai indikator visual, buzzer sebagai peringatan audio, serta LCD untuk menampilkan informasi status kabel.

Perangkat lunak dirancang menggunakan Arduino IDE dengan pustaka TFT untuk pengaturan antarmuka. Sistem ini diuji melalui simulasi dan implementasi pada lini produksi untuk memastikan fungsionalitasnya, termasuk akurasi deteksi kabel dan pemberian notifikasi.

2.1. Block Diagram

Sebelum membuat alat, maka terlebih dahulu dilakukan perancangan dengan membuat blok diagram. Blok diagram ini tentunya telah terlihat dengan jelas apa yang termasuk kontrol input dan output. Sehingga dalam proses pembuatan, akan lebih mudah dikerjakan dengan mengacu pada blok diagram tersebut.



Gambar 1. Block Diagram

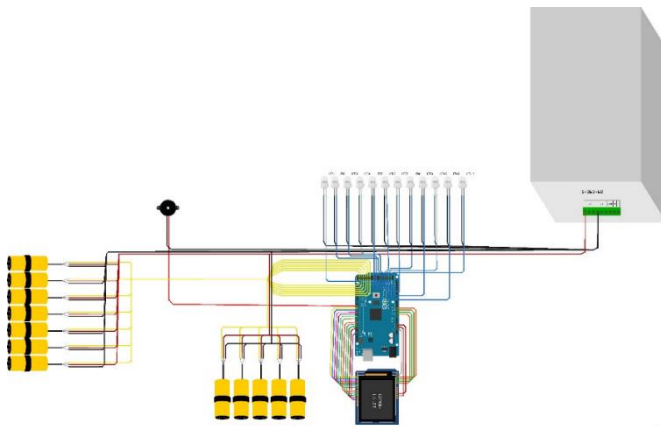
Blok diagram untuk mengimplementasikan *Sistem Wire Welder Selection* menggunakan sensor proximity, LED, dan buzzer berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560 antara lain:

1. Power Supply: Sebagai sumber daya yang memberikan tegangan ke seluruh komponen sistem seperti mikrokontroler, LED, sensor proximity, dan buzzer.
2. Mikrokontroler Arduino Mega 2560: Berfungsi sebagai pusat kontrol yang mengatur alur kerja sistem berdasarkan input dari sensor proximity.
3. Sensor Proximity: Mendeteksi keberadaan kabel pada slot tabung 1 hingga 12. Sensor ini memberikan input ke mikrokontroler terkait status pengambilan kabel.

- LED: Digunakan sebagai indikator visual untuk menunjukkan apakah kabel telah diambil dengan benar atau tidak. LED akan menyala saat kabel belum diambil dan mati setelah kabel diambil.
- Buzzer: Berfungsi sebagai alarm yang berbunyi ketika terjadi kesalahan dalam pengambilan kabel, seperti pengambilan tidak sesuai urutan.
- LCD: Sebagai interface yang menampilkan status operasi sistem, termasuk informasi terkait kabel yang sudah diambil atau belum.
- PCB: Menyambungkan seluruh komponen elektronik seperti sensor, LED, buzzer, dan mikrokontroler.

2.2. Wiring Schematic

Wiring schematic adalah diagram yang menunjukkan koneksi atau hubungan antar komponen listrik dalam suatu rangkaian.



Gambar 2. Wiring Schematic

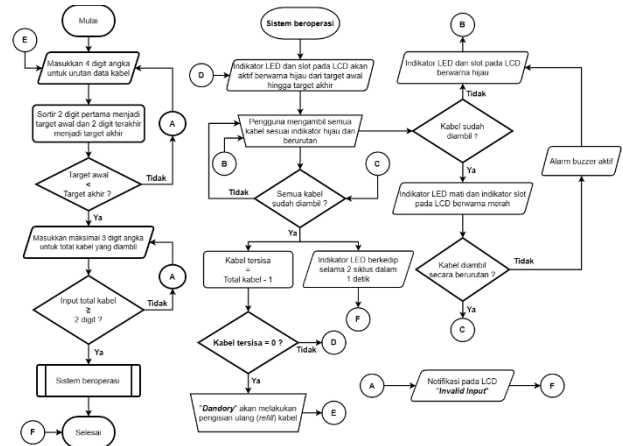
Tabel 1. Input Dan Output Wiring Schematic

Input/Output	Nama Pin Input/Output	Pin Mega Arduino
LCD	CS	A3
	RS	A2
	WR	A1
	RD	A0
	RESET	A4
	XP	D8
	YP	A3
	XM	A2
	YM	D9
	VCC	5V
	GND	GND
	LED	LED 1 & SENSOR 1
LED 2 & SENSOR 2		D 43 & 23
LED 3 & SENSOR 3		D 44 & 24
LED 4 & SENSOR 4		D 45 & 25
LED 5 & SENSOR 5		D 46 & 26
LED 6 & SENSOR 6		D 47 & 27
LED 7 & SENSOR 7		D 48 & 28
LED 8 & SENSOR 8		D 49 & 29
LED 9 & SENSOR 9		D 52 & 32
LED 10 & SENSOR 10		D 53 & 33
LED 11 & SENSOR 11		D 38 & 30
LED 12 & SENSOR 12		D 37 & 31
GND		GND

BUZZER	VCC	D 14
	GND	GND
POWER SUPPLY	VCC	5V
	GND	GND

2.3. Flowchart Prosedur Sistem

Flowchart adalah diagram alur yang menggambarkan langkah-langkah atau proses dalam sistem secara visual.



Gambar 3. Prosedur Sistem

Proses berjalannya sistem dari awal hingga akhir :

- Mulai Sistem**
Proses dimulai dengan user memasukkan 4 digit angka yang ditunjukkan untuk menentukan rentang kolom pipa yang akan digunakan.
- Pemeriksaan Awal Target**
Sistem akan memeriksa dua digit pertama dari angka yang dimasukkan sebagai "target awal" dan dua digit terakhir sebagai "target akhir." Jika target awal valid, maka sistem akan lanjut ke langkah berikutnya; jika tidak, sistem akan mengulangi permintaan untuk memasukkan angka yang benar.
- Input Total Kabel yang Harus Diambil**
Operator memasukkan jumlah kabel yang harus diambil dalam 3 digit angka. Sistem akan memverifikasi input ini; jika input tidak memenuhi syarat 3 digit angka, sistem akan memberikan notifikasi dan meminta input ulang.
- Sistem Menyala Terus Hingga Kabel Habis**
Sistem terus beroperasi sampai semua kabel diambil dengan benar. Jika operator melakukan kesalahan penginputan angka, notifikasi akan muncul di LCD dengan pesan "Invalid Input."
- Sistem Mulai Beroperasi**
Setelah target awal diterima, indikator LED dan *Socket Status* pada LCD akan menyala berwarna hijau, menunjukkan bahwa kolom pipa siap digunakan.
- Pengecekan Pengambilan Kabel**
Sistem memantau setiap pengambilan kabel oleh operator. Jika kabel diambil dari kolom pipa sesuai urutan, maka LED pada kolom pipa tersebut mati. Jika kabel tidak diambil sesuai urutan, alarm berupa buzzer akan aktif dan indikator LED yang seharusnya diambil akan berkedip untuk memberitahu adanya kesalahan.

7. Semua Kabel Terambil
Setelah semua kabel diambil dari slot yang benar, LED akan mati, dan indikator slot pada LCD berubah menjadi merah untuk menunjukkan bahwa slot kosong.
8. Pengecekan Sisa Kabel
Sistem menghitung sisa kabel yang ada di kolom pipa. Setiap kali kabel diambil, total kabel berkurang 1 setiap kolom pipa, Jika jumlah kabel yang tersisa adalah 0, maka sistem akan otomatis masuk ke langkah "Selesai". Jika masih ada kabel yang tersisa, indikator LED akan berkedip selama 2 siklus setiap 1 detik untuk menunjukkan bahwa ada kabel yang belum diambil.
9. Dandory Mengisi Ulang Kabel
Setelah semua kabel terambil dan proses selesai, bagian *dandory* akan melakukan pengisian ulang kabel di slot-slot yang kosong, sehingga sistem siap untuk siklus berikutnya.
10. Selesai
Proses pengambilan kabel selesai, dan sistem kembali ke keadaan awal untuk bersiap menerima target input baru.

2.4. Pengujian Sistem Pada Proyek

Pengujian sistem keseluruhan dilakukan untuk memastikan setiap komponen dan modul terintegrasi dengan baik. Pada saat operator melakukan pengambilan kabel pada slot tabung 1-12 dengan kondisi led hidup, ketika kabel belum di ambil. Kondisi Led mati Ketika kabel sudah di ambil dan indicator buzzer mati ini bisa dikatakan berhasil, namun ketika saat pengambilan kabel, operator mengambil secara acak slot tabung yang berisikan kabel, maka indicator led yang seharusnya diambil akan hidup berkedip dan buzzer berbunyi ini bisa dikatakan tidak berhasil. Operator harus melakukan pengambilan kabel yang berkedip.

Tabel 2. Pengujian Sistem Pada Proyek

No	Pengambilan Kabel		Sesuai urutan		Kondisi led	Kondisi Buzzer
	Diambil	Tidak Diambil	Sesuai	Tidak Sesuai		
1		v	-	-	Hidup	Mati
2	v		v		Mati	Mati
3	v			v	Hidup Berkedip	Hidup

2.6. Pengujian Sensor Proximity

Dalam pengujian ini, kami akan menguji sensor Proximity menggunakan dua sumber daya yang berbeda: satu daya eksternal dan port USB Arduino. Tujuan pengujian ini adalah untuk membandingkan kinerja sensor, termasuk stabilitas sinyal dan keandalan operasional, saat diberi daya dari sumber daya eksternal dan port USB Arduino mega. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan satu daya eksternal menyediakan arus yang lebih stabil dan cukup untuk mendukung operasi sensor yang optimal, terutama ketika beberapa sensor digunakan secara bersamaan. Sebaliknya, port USB Arduino memiliki keterbatasan daya, dan jika arus yang dibutuhkan melebihi kapasitas keluaran port USB, kinerja sensor dapat menurun atau sensor tidak terdeteksi.

Tabel 3. Menggunakan Arus Power Supply 12 V 5A

Jumlah Sensor Proximity	Arus Yang Tersedia	Konsumsi Arus	Kondisi Pembacaan Saat di uji
1-12	5 A	1,2A	Terdeteksi

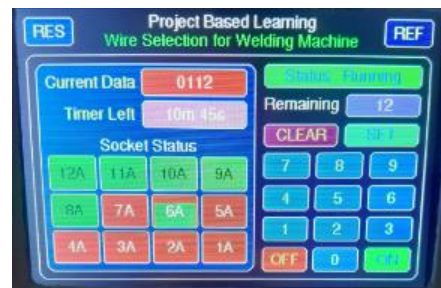
Tabel 4. Menggunakan Arus Port USB Arduino Mega

Jumlah Sensor Proximity	Arus Yang Tersedia	Konsumsi Arus	Kondisi Pembacaan Saat di uji
1-5	500 mA	1,2A	Terdeteksi
6-12	500 mA	1,2A	Tidak Terdeteksi

Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa sensor ini bekerja dengan dioda pemancar cahaya. Ketika sensor ini menerima sinyal input rendah, sensor ini mengirimkan sinyal untuk menghidupkan sistem, dan sebaliknya ketika sensor ini menerima nilai tinggi.

2.7. Bug Pada Interface

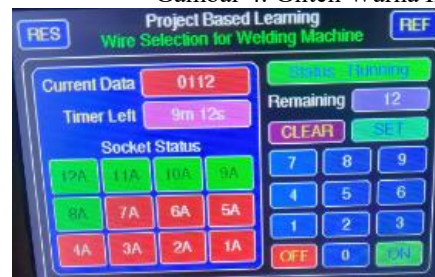
Bug pada interface akan muncul pada beberapa kali percobaan, yang dilakukan di mana bug berupa glitch warna, remaning, dan socket status pada interface.



Gambar 3. Bug Socket Status



Gambar 4. Glitch Warna Interface



Gambar 5. Bug Remaning

Pada percobaan pengambilan kabel dari slot tabung 1-12 selama 12 siklus yang mana 1 siklus 12 kali pengambilan bug

ini muncul berulang kali namun cara memperbaiki bug ini dengan menekan res/ref pada pojok kanan dan kiri. Berikut hasil pengujian bug ini muncul.

Tabel 4. Pengujian Sistem Pada LCD

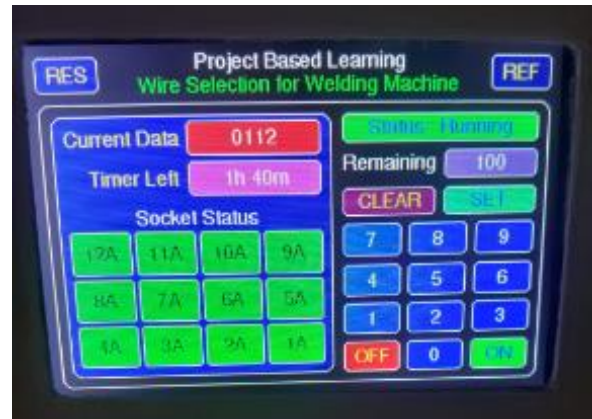
No	Jumlah siklus	Bug	Slot Tabung Ketika Bug Muncul	RES/REF	Sistem Berjalan/Tidak Secara Normal
1	1	Tidak ada Bug	Tidak ada Bug	-	Berjalan Secara Normal
2	2	Bug berupa socket status	Slot Tabung 5	Res	Berjalan Secara Normal
3	3	Bug berupa socket status	Slot tabung 9	Res	Berjalan Secara Normal
4	4	Tidak ada bug	Tidak ada Bug	-	Berjalan Secara Normal
5	5	Bug berupa remaning	Slot Tabung 2	Res	Berjalan Secara Normal
6	6	Bug berupa remaning	Slot Tabung 5	Res	Berjalan Secara Normal
7	7	Bug berupa glitch warna	Slot Tabung 3	Ref	Berjalan Secara Normal
8	8	Bug berupa socket status dan remaning	Slot Tabung 1	Res	Berjalan Secara Normal
9	9	Bug berupa socket status	Slot Tabung 7	Res	Berjalan Secara Normal
10	10	Bug berupa socket status dan remaning	Slot Tabung 2	Res	Berjalan Secara Normal
11	11	Bug berupa socket status dan remaning	Slot Tabung 4	Res	Berjalan Secara Normal
12	12	Bug berupa socket status dan remaning	Slot Tabung 8	Res	Berjalan Secara Normal

Kesimpulan dari pengujian ini ketika bug ini muncul pada tampilan interfacenya namun tidak mempengaruhi jalannya suatu sistem, cara memperbaiki bug ini dengan menekan res untuk memperbaiki bug status socket dan remaning, dan menekan ref untuk memperbaiki glitch warna keseluruhan pada tampilan interfacenya.

2.8. Waktu Pengambilan Kabel

Pada penelitian ini dalam 1 siklus dengan pengambilan 12 slot tabung memiliki waktu 1 menit. Dalam pengambilan kabel oleh operator produksi pada 12 slot tabung, dendory memasukan 100 kabel pada setiap slot tabung yang mana

total waktu yang diperlukan pengerjaan sekitar 1 Jam 40 Menit sesuai dengan gambar interfae dibawah ini :



Gambar 6. Tampilan Pada LCD

III. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Hasil Tingkat Keberhasilan Keseluruhan Pengujian

Tabel 5. Tingkat Keberhasilan Pengujian

	Aspek Yang Diuji	Kriteria Keberhasilan	Hasil Pengujian	Tingkat Keberhasilan %
1	Pengambilan kabel sesuai urutan	LED mati, buzzer mati saat kabel diambil sesuai urutan	LED dan buzzer berfungsi sesuai dengan urutan pengambilan kabel	100%
2	Pengambilan kabel tidak sesuai urutan	LED berkedip, buzzer menyala jika kabel diambil tidak sesuai urutan	LED berkedip dan buzzer menyala saat pengambilan tidak sesuai	100%
3	Sensor proximity	Sensor 1-12 dapat mendeteksi dengan baik	Sensor berhasil mendeteksi objek tangan dengan baik	100%
4	Tampilan interface	Interface berfungsi normal tanpa bug	Bug pada tampilan muncul di beberapa siklus, diperbaiki dengan reset	80%
5	Keseluruhan siklus pengambilan kabel	Satu siklus pengambilan kabel selesai dalam waktu 1 menit tanpa gangguan	Waktu pengambilan sesuai dengan perkiraan, 1 menit per siklus	100%

Rata-rata Tingkat Keberhasilan Sistem: 96%

Tabel ini memberikan gambaran mengenai performa sistem Wire Welder Selection yang dinilai cukup berhasil, meskipun terdapat bug kecil pada tampilan interface yang tidak mengganggu kinerja utama sistem.

3.2. Hasil Pengujian Keseluruhan

Tabel 6. Hasil Pengujian Keseluruhannya

No	Jenis Pengujian	Durasi Pengujian	Hasil Pengujian	Keterangan
----	-----------------	------------------	-----------------	------------

1	Pengujian Sensor Proximity (Tanpa Power Supply)	1 menit per percobaan	Sensor mendeteksi tangan operator dengan jarak 0-12 mm.	Sensor bekerja dengan akurasi 90%.
2	Pengujian Sensor Proximity (Dengan Power Supply)	1 menit per percobaan	Sensor mendeteksi objek secara stabil dengan tegangan 4,8V hingga 5V.	Sensor berfungsi dengan baik dalam kondisi berdaya penuh.
3	Pengujian Pengambilan Kabel	1 menit per siklus	LED dan buzzer berfungsi sesuai urutan pengambilan kabel.	Sistem bekerja sesuai harapan; tingkat keberhasilan 100%.
4	Pengujian Tampilan Interface	12 siklus	Terdapat bug kecil (glitch warna) pada beberapa siklus.	Bug tidak memengaruhi fungsi utama sistem, bisa diperbaiki dengan reset.
5	Pengujian Waktu Pengambilan Kabel	1 siklus (1 menit/siklus)	Setiap siklus terdiri dari 12 pengambilan kabel, total waktu per siklus 1 menit.	Waktu pengambilan sesuai estimasi, total waktu pengerjaan 1 jam 40 menit.
6	Pengujian Keseluruhan Sistem	12 siklus	Sistem berfungsi dengan tingkat keberhasilan 95%.	Bug minor pada tampilan, namun tidak mengganggu operasional utama.

3.3. Analisis Peningkatan Efisiensi Dan Kapasitas Produksi

Tabel 7. Analisa peningkatan Produksi

Proses	Nilai	Keterangan
Waktu/Siklus	1 Menit	Waktu untuk mengambil 12 kabel (1 siklus).
Jumlah siklus per jam	60 siklus	Total siklus yang bisa dilakukan dalam 1 jam.
Jumlah kabel per jam	720 kabel	Total kabel yang diambil dalam 1 jam (60 siklus × 12 kabel).
Jumlah wire harness per jam	60 wire harness	Setiap wire harness terdiri dari 12 kabel.
Total wire harness dalam 8 jam	480 wire harness	(60 wire harness × 8 jam kerja).
Waktu tambahan (kesalahan 5%)	6-12 menit	Error rate memerlukan 1-2 menit tambahan per 100 kabel.
Penyesuaian jumlah wire harness	470-480 wire harness	Jumlah total wire harness per hari setelah penyesuaian.

Setelah implementasi sistem Wire Welder Selection, produksi meningkat menjadi 470-480 wire harness per hari (8 jam), dengan sedikit waktu tambahan untuk koreksi kesalahan operator (6-12 menit per 100 kabel). Sebelumnya, kesalahan pengambilan kabel sering terjadi karena operator kesulitan memastikan status kabel yang sudah diambil. Sistem baru dengan indikator visual (LED) dan audio (buzzer) membantu operator mengambil kabel dengan urutan yang benar, meningkatkan efisiensi dan mengurangi waktu terbuang.

perbandingan efisiensi produksi sebelum dan sesudah implementasi sistem *Wire Welder Selection* di PT. Sumitomo Wiring System Batam:

Tabel 8. Perbandingan Efisiensi produksi

Aspek	Sebelum Implementasi	Setelah Implementasi
Proses Pengambilan	Tidak berurutan, sering terjadi kesalahan dalam urutan	Teratur dengan indikator visual/audiovisual
Efisiensi Waktu	Rendah, banyak waktu terbuang untuk koreksi kesalahan	Tinggi, satu siklus 1 menit
Jumlah Produksi	Rendah, produksi terbatas	Tinggi, 470-480 <i>wire harness</i> per hari
Kesalahan Produksi	Tinggi, banyak <i>reject</i>	Rendah, Sedikit <i>reject</i>

Sebelum Implementasi Sistem Wire Welder Selection

1. Proses Pengambilan Kabel: Operator sering mengambil kabel secara tidak berurutan karena kurangnya indikator.
2. Efisiensi Waktu: Waktu terbuang untuk mengoreksi kesalahan, mengurangi produksi harian.
3. Jumlah Produksi: Kesalahan mengakibatkan produksi yang tidak optimal.
4. Kesalahan Produksi: Kesalahan dalam pengambilan kabel menyebabkan peningkatan *reject*.

Setelah Implementasi Sistem Wire Welder Selection

1. Proses Pengambilan Kabel: LED dan buzzer membantu operator mengambil kabel dengan urutan yang benar.
2. Efisiensi Waktu: Sistem menghemat waktu dengan panduan indikator, memungkinkan siklus selesai dalam 1 menit (12 kabel).
3. Jumlah Produksi: Produksi meningkat menjadi 470-480 wire harness per hari (8 jam).
4. Kesalahan Produksi: Tingkat kesalahan turun signifikan.

Spesifik Peningkatan Kapasitas

1. Jumlah Output per Jam dan Hari: Setelah penerapan sistem, produksi mencapai 60 wire harness per jam, atau sekitar 470-480 wire harness dalam satu hari. Sebelum implementasi, sering terjadi kesalahan yang menurunkan hasil produksi harian di bawah angka ini.
2. Efisiensi Waktu: Sistem yang baru memungkinkan pengambilan kabel selesai dalam 1 menit per siklus (12 kabel), sehingga produksi dapat berjalan lebih konsisten tanpa interupsi untuk koreksi.
3. Pengurangan Waktu Koreksi: Waktu yang terbuang untuk koreksi berkurang drastis. Jika terjadi kesalahan pengambilan kabel, buzzer dan LED segera memberi peringatan, sehingga operator bisa langsung memperbaiki tanpa mengulang banyak langkah.

Implementasi sistem ini menunjukkan peningkatan kapasitas produksi dan output harian serta mengurangi kesalahan yang sebelumnya menghambat produksi.

3.3. Analisis Data Keseluruhan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *sistem Wire Welder Selection* berhasil diimplementasikan dengan tingkat keberhasilan 96%. Sensor proximity mendeteksi tangan operator secara akurat, sehingga kesalahan pengambilan kabel berkurang signifikan. Meskipun terdapat bug minor pada antarmuka yang memerlukan reset, hal ini tidak memengaruhi fungsi utama sistem.

Setelah implementasi, produksi meningkat menjadi 60 wire harness per jam atau 470-480 unit satu hari kerja (8 jam), dibandingkan sebelumnya yang memiliki banyak waktu terbuang akibat kesalahan operator. Sistem ini terbukti efektif meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi.

IV. Penutup

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan dari sistem pemilihan mesin las kawat sebagai berikut:

1. Pemberitahuan Kesalahan Assembly: Sistem Wire Welder Selection memberikan peringatan visual (LED berkedip) dan audio (buzzer) yang efektif saat terjadi kesalahan pengambilan kabel, sehingga kesalahan dapat segera diperbaiki.
2. Identifikasi Status Kabel: Indikator LED dan buzzer mempermudah operator untuk memastikan kabel diambil secara benar, sehingga efisiensi meningkat dan risiko kesalahan produksi berkurang.
3. Efisiensi Sistem: Dengan tingkat keberhasilan 96%, sistem terbukti meningkatkan efisiensi lini produksi meskipun terdapat bug minor pada antarmuka yang tidak memengaruhi fungsi utama.

REFERENCES

- [1] Monk, Simon. "Programming Arduino: Getting Started with Sketches". McGraw-Hill, 2011.
- [2] Groover, Mikell P.. "Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing". Pearson, 2015.
- [3] Banzi, Massimo, and Michael Shiloh. "Getting Started with Arduino". Maker Media, Inc., 2014.
- [4] Gupta, P. K., & Mehta, A. "Design and Implementation of Proximity Sensing for Automated Systems". *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 2019.
- [5] Nguyen, T. V., & Thang, N.. "Design and Implementation of Power Supply for Embedded Systems Based on Arduino". *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, 2019.
- [6] A. Winoto, Mikrokontroler AVR ATMEGA 8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR. Informatika, Bandung, 2010.
- [7] Anoname. (2018). upload-program-ke-arduino.
- [8] Melwin Syafrizal Daulay, (2007), Mengenal Harware – Software dan Pengolahan Instalasi Komputer, Penerbit Andi, Jogjakarta.
- [9] Saludin Muis, (2014), Perancangan Power Supply SwitchMode, Penerbit Graha Ilmu, Jogjakarta.
- [10] Miller, C., & Smith, J. (2020). Automated Welding Systems: Design and Application. *Journal of Manufacturing Processes*, 55, 45–52. Published by: Springer, New York.
- [11] Didi Junaedi1, Uly Amrina2, " VISUALISASI LAPORAN INDIKATOR EFISIENSI PRODUKSI BERBASIS DASHBOARD MANAGEMENTPADA PERUSAHAAN MANUFAKTUR MOBIL". Penerbit,mercubuana,Jakarta barat.2020.
- [12] Prasetya, A. D., & Putra, F. A. (2021). *Perancangan sistem notifikasi visual dan audio untuk meningkatkan efisiensi operasional di lini produksi dengan menggunakan mikrokontroler Arduino*. Jurnal Teknik Elektronika dan Informatika
- [13] Dewi, S. L., & Fitriani, A. (2020). *Pengaruh penggunaan indikator visual dan alarm suara pada sistem produksi untuk mengurangi kesalahan operator*. Jurnal Sistem dan Kontrol.
- [14] Adrianto, Heri dan Aan Harmawan. 2000.ARDUIINO Belajar Cepat dan Pemrograman. Bandung: INFORMATIKA
- [15] Ginting,Rosnani. 2007. Sistem Produksi. Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu