

Perancangan Model Otomasi pada Industri Furnitur di Jepara Studi Kasus Produk *Wood Cap*

Fakhril Husain¹, Thomas Djorgie², Muhammad Kusumawan Herliansyah³, Wangi Pandan Sari^{4*},

^{1,2,3}Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Bulaksumur, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

⁴Magister Teknik Sistem, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Bulaksumur, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

Article Info

Article history:

Received September 4, 2024

Accepted September 17, 2024

Published November 30, 2024

Keywords:

Industri furnitur
Ladder Diagram
Logic Gate
Sistem Otomasi
Wood cap

ABSTRACT

The furniture industry in Jepara Regency, Central Java, is renowned for exporting high-quality products. One such product is the wood cap, which is used to cover the top of fences. The current manual production of wood caps results in a slow process. This research proposes an automation system to enhance efficiency, transforming the production process into two stages using an inclined plane, pushers, and a conveyor. This system integrates a block diagram, logic gates, a ladder diagram, and control devices, including limit switches, pressure switches, and an emergency button. The implementation of this automation allows orders to be completed in 50 days, significantly faster than the 150 days required by the manual system.

Industri furnitur di Kabupaten Jepara, Jawa Tengah, terkenal dengan ekspor produk berkualitas tinggi. Salah satu produknya adalah wood cap, yang digunakan untuk menutup bagian atas pagar. Produksi wood cap yang masih manual mengakibatkan proses lambat. Penelitian ini mengusulkan sistem otomasi untuk meningkatkan efisiensi, mengubah proses produksi menjadi dua tahap dengan menggunakan bidang miring, pendorong, dan conveyor. Sistem ini mengintegrasikan block diagram, logic gate, ladder diagram, dan control device, termasuk limit switch, pressure switch, dan tombol emergency. Implementasi otomasi ini memungkinkan penyelesaian pesanan dalam 50 hari, jauh lebih cepat dari 150 hari sistem manual.



Corresponding Author:

Wangi Pandan Sari,

Magister Teknik Sistem, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Bulaksumur, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

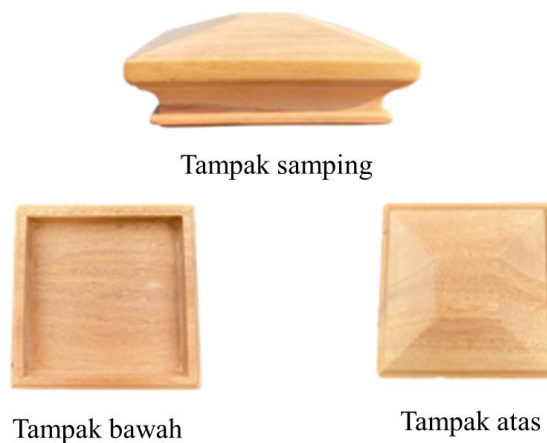
Email: *wangipandansari@ugm.ac.id

1. PENGANTAR

Industri furnitur merupakan salah satu bisnis yang menjanjikan dalam hal ekonomi dan memberikan manfaat bagi masyarakat. Salah satu daerah yang terkenal dengan industri furnitur yang sukses adalah Kabupaten Jepara. Produk furnitur dari Jepara sudah terkenal akan kualitas dan seninya yang diakui di dalam maupun luar negeri. Tidak mengherankan furnitur Kabupaten Jepara sudah bisa mengeksport produknya. Pengrajin furnitur di Jepara tersebar hampir disemua bagian kabupaten. Tak heran jika menjelajah kabupaten jepara akan banyak menemui banyak pengrajin. Banyak dari pengrajin ini beroperasi sebagai *home industry*, sementara beberapa lainnya telah berkembang menjadi perusahaan yang lebih besar.

Salah satu produk komoditas ekspor di industri furnitur di Jepara adalah *wood cap* yang terbuat dari bahan kayu dan digunakan sebagai penutup tiang pada pagar rumah, bentuk produk bisa dilihat pada **Gambar 1**. Produk *wood cap* menjadi komoditas ekspor ke berbagai negara di benua Amerika. Produk ini menjadi komoditas yang menjanjikan karena dalam sekali pengiriman produsen bisa mengirim produk sebanyak 10.000 - 20.000 keping atau sekitar satu kontainer dengan ukuran 40 kaki. Ukuran *wood cap* sendiri terbilang kecil yaitu 14 x 14 x 5 cm yang masih diproduksi secara manual oleh pengrajin dari Jepara. Dengan ukuran kecil, jumlah produksi besar dan model selalu sama membuat produksi secara manual akan menimbulkan potensi cacat dan kualitas rendah yang besar. Dalam upaya untuk meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas produk *wood cap*, diperlukan perubahan dari sistem lama ke sistem baru. Pada umumnya, peningkatan produktivitas dapat dicapai dengan beberapa cara: (1) mengurangi tenaga kerja, (2) penghematan biaya utilitas, (3) peningkatan kualitas melalui manajemen kontrol yang baik, (4) intensitas produksi yang tinggi dengan mesin-mesin terbaru dan (5) pencatatan data yang disiplin dengan sebuah sistem [1]. Selain itu, penerapan sistem otomasi pada sistem produksi juga dapat meningkatkan produktivitas [2].

Penerapan otomasi telah meningkat secara signifikan di berbagai sektor, terutama dalam bidang manufaktur, termasuk di dalamnya bidang tekstil [3]. Selain manufaktur, otomasi juga memiliki potensi untuk diterapkan pada bidang lain. Sebagai contoh, [4] berhasil menerapkan sistem otomasi pada proses pengamplasan, yang membuka peluang untuk penerapan otomasi di industri furnitur. Otomasi pada dasarnya adalah tentang bagaimana mengubah atau menggantikan pekerjaan dari yang awalnya dilakukan manual oleh manusia menjadi dikerjakan oleh mesin. Dalam kasus ini, perancangan sistem otomasi dilakukan untuk membuat proses produksi *wood cap* lebih efektif dan efisien. Selain meningkatkan efisien dan efektifitas, sistem otomasi yang diterapkan untuk tujuan meningkatkan kualitas dari produk. Penerapan otomasi pada penelitian ini juga dilakukan untuk meminimasi banyaknya operasi yang dilakukan pada proses produksi produk *wood cap*.



Gambar 1. Ilustrasi produk *wood cap*

Menurut Groover, otomasi didefinisikan sebagai penggunaan teknologi untuk mengotomatisasi dan mengendalikan proses atau sistem produksi guna meningkatkan efisiensi dan produktivitas [5]. Penerapan sistem otomasi juga semakin diutamakan dan menjadi bagian integral dari penerapan Industri 4.0, yang telah menjadi suatu keharusan bagi perusahaan [6]. Sistem otomasi memiliki banyak aplikasi yang berlaku untuk berbagai aspek bisnis, termasuk dalam sisi produksi maupun sistem pelayanan seperti penjualan dan desain produk. Beberapa contoh penerapannya termasuk penggunaan otomasi dalam pembuatan produk kustom [7] dan penggunaan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence - AI*) untuk mendeteksi cacat pada produk [8]. Dalam industri furnitur di Indonesia, sistem otomasi mempunyai potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi. Penggunaan sistem otomasi dalam pembuatan produk kustom memungkinkan perusahaan untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan lebih cepat dan akurat, sementara penerapan AI dalam pendeteksian cacat membantu meningkatkan kualitas produk dengan mengidentifikasi kesalahan dengan lebih efektif.

Industri pengolahan kayu menjadi furnitur merupakan industri yang menjanjikan dan saat ini banyak diteliti dalam penerapan otomasi. Hal ini disebabkan oleh banyaknya industri di Indonesia yang masih menggunakan alat konvensional dalam proses produksi produk furnitur. Oleh karena itu, penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan teknologi otomasi dalam berbagai aspek industri mebel. Salah satu contoh penelitian adalah dalam pembuatan alat bor yang digunakan untuk menciptakan lubang yang akurat pada produk mebel atau furnitur kayu, karena lubang yang tepat memiliki pengaruh yang sangat penting terhadap kualitas produk [9]. Selain itu, penerapan sistem otomasi juga telah diterapkan pada proses awal, seperti proses

pemotongan kayu [10], dan proses akhir, seperti proses pengamplasan kayu atau produk jadi [4]. Penerapan sistem otomasi pada furniture yang lebih kompleks melibatkan pembuatan mesin computer numerical control (CNC) yang khusus digunakan untuk memproduksi ukiran pada mebel (Rubijanto, 2017).

Sistem dan alat otomasi dapat dibuat menggunakan penerapan sistem yang berbeda-beda. Salah satu konsep otomasi yang sering digunakan adalah penggunaan *logic gate* dan *ladder diagram*. *Logic gate* merupakan sebuah komponen elektronik yang mengimplementasikan operasi logika pada sinyal inputnya untuk menghasilkan sinyal output yang sesuai [11]. Sedangkan *ladder diagram* merupakan sebuah bentuk notasi yang digunakan dalam bentuk awal pembuatan program PLC untuk menggambarkan logika control yang dibangun dengan menggunakan serangkaian symbol dan ikon khusus [12]. Dua metode ini sering digunakan dalam perancangan sistem otomasi karena mudah dipahami oleh pembuat maupun pembaca. Sistem otomasi juga melibatkan *control device* atau alat pengontrol seperti sensor, *switch*, dan *transducer*. Dalam penelitian ini, digunakan beberapa alat kontrol seperti *limit switch*, *pressure switch*, *light sensor*, dan *emergency button*. *Limit switch* digunakan dalam berbagai penelitian otomasi, seperti pada tempat sampah untuk mengambil sampah [13] dan pada mesin frais sebagai alat pengaman otomatis [14]. Selain itu, beberapa penelitian juga menggunakan *pressure switch* sebagai bagian dari sistem otomasi. Penerapan *pressure switch* dilakukan pada sistem tandon air untuk mengaktifkan pembersihan filter saat kotoran atau lumpur terlalu banyak [15], serta pada pompa air untuk menghindari pemborosan air [16].

Berdasarkan berbagai penelitian yang telah dilakukan, penerapan sistem otomasi bermanfaat untuk meningkatkan performa suatu alat/sistem. Pada penelitian ini, perancangan sistem otomasi dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas produksi wood cap pada industri furnitur di Jepara.

2. METODE PENELITIAN

Perancangan model otomasi pada industri furnitur di Jepara dengan studi kasus produk *Wood Cap* terdiri dari tiga langkah, yakni sebagai berikut:

2.1 Observasi Lapangan

Pada tahap awal, peneliti melakukan pengamatan terhadap objek penelitian yaitu perusahaan furniture yang ada di Jepara. Pengamatan dilakukan selama kurang lebih selama seminggu. Pengamatan dilakukan untuk mencari informasi seputar perusahaan. Selain itu, peneliti melakukan pengamatan terhadap produk *wood cap* yang diproduksi oleh perusahaan. Pengamatan difokuskan terhadap proses pembuatan *wood cap* seperti bahan, spesifikasi produk, mesin-mesin produksi, proses produksi di tiap tahapan dari *raw material* hingga produk jadi. Pengumpulan informasi dilakukan dengan cara melakukan wawancara (kepada pemilik perusahaan dan pengrajin) dan observasi langsung.

2.2 Perancangan Sistem Otomasi

Setelah mengetahui informasi seputar produksi *wood cap*, tahapan selanjutnya adalah merancang sistem otomasi untuk produksi *wood cap* tersebut. *Wood cap* dipilih sebagai obyek penelitian karena jumlah produksi yang dibutuhkan besar sedangkan variasi model sangat minim sehingga cocok untuk dimodelkan proses otomasinya. Tahapan perancangan ini menggunakan *logic gate* dan *ladder diagram* karena dua metode ini sering digunakan dalam perancangan sistem otomasi, mudah diimplementasikan, dan mudah dipahami. Adapun tahapan perancangan sistem otomasi adalah:

- 1) Penyederhanaan proses dan peralatan. Dalam hal ini peneliti melakukan penyederhanaan dalam proses dan juga pembuatan alat yang berbeda dari alat yang sudah digunakan.
- 2) Membuat sistem otomasi terutama bagian electrical yang terdiri dari pembuatan *block diagram* dan *logic gate*. Hal ini selain untuk keperluan pembuatan sistem otomasi, juga sebagai alat agar pembaca mudah memahami proses dari awal sampai akhir.
- 3) Setelah melakukan pembuatan *logic gate*, dilanjutkan dengan pembuatan *ladder diagram*. *Ladder diagram* diperlukan sebagai bahan dasar pembuatan PLC untuk penelitian lebih lanjut.
- 4) Penentuan *control device* yaitu peralatan apa saja yang digunakan dalam penerapan sistem otomasi awal. *Control device* ini digunakan sebagai peralatan yang akan mengatur semua proses dan sistem produksi saat mesin berproses.

2.3 Analisis dan Perbandingan Ekonomi

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil atau sistem otomasi yang sudah dirancang. Analisis dilakukan untuk melihat dan penjelasan lebih detail tentang sistem yang telah dibuat. Analisis juga dilakukan untuk membandingkan konsep sistem otomasi dengan sistem manual yang sudah ada. Perbandingan melihat lebih detail dalam hal ekonomi maupun sosial dalam perusahaan tersebut, khususnya pada produk yang diamati yaitu wood cap. Perbandingan ekonomi melihat dari sisi kualitas dan kuantitas yang dilakukan secara

pendekatan sistem. Dua hal ini akan menjadi tolak ukur apakah sistem otomasi yang dirancang akan memberikan dampak positif atau bisa diterapkan pada proses produksi di perusahaan tersebut.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Existing Condition

Produk *wood cap* ini berbahan kayu yang digunakan untuk penutup pagar. Proses produksi ini pada kondisi awal melalui empat stasiun kerja yang menggunakan peralatan konvensional seperti mesin *router* dan *spindle*, beberapa mesinnya adalah *hand tool*. Dalam kondisi sekarang, ada beberapa urutan proses yang dilalui untuk membuat sebuah *wood cap* yaitu :

- 1) Pertama adalah pembuatan *feature*/bentuk pada keempat sisi yang dilakukan melalui tiga tahap utama yaitu pertama pembuatan bevel untuk bagian atas produk, kedua adalah pembuatan bevel pada sisi bawah bagian atas produk, kedua tahapan tersebut menggunakan mesin *spindle*, kemudian ketiga adalah pembuatan sisi bawah bagian atas produk akan dibentuk *curve*/melengkung menggunakan mesin profil.
- 2) Keempat adalah pembuatan coakan bagian bawah yang dilakukan menggunakan mesin *router* yang dilanjutkan dengan mesin profil yang lebih kecil untuk membuat sudut 90° .
- 3) Terakhir adalah "*detailing*" yaitu menghaluskan permukaan produk menggunakan mesin *grinda*, membentuk *fillet* untuk semua sudut lancip dari bangun ruang, dan alat tatah untuk merapikan sisa potongan yang menempel.

Dari semua proses yang dilakukan oleh operator dengan tangan kanan menggenggam alat dan tangan kiri menggenggam bahan atau produk setengah jadinya, sehingga mudah terjadinya cacat produksi. Hal ini menjadi perhatian khusus bagi peneliti kenapa harus dibuat sistem otomasi.

3.1 Perbaikan

3.2.1 Ide Proses Produksi

Dengan beberapa pertimbangan dalam *existing condition*, peneliti memfokuskan pada kedua proses yang terjadi yaitu pembuatan *feature* keempat sisi samping dan pembuatan cekungan (*pocket*) di bagian bawah. Dalam pengajuan dibuat, proses yang dialami oleh produk dipersingkat dan diubah menjadi sistem otomasi. Akan ada dua proses utama yang akan dilakukan secara berurutan yaitu pembuatan *feature* (dengan mengubah mata pahat yang ada agar bisa dilakukan dengan sekali pemakanan) dan pembuatan cekungan. Kedua proses ini dilakukan menggunakan mesin *milling* yang telah dilakukan modifikasi. Ada beberapa penjabaran detail dalam proses yang dilalui yaitu:

Proses Pertama (Pembuatan Cekungan)

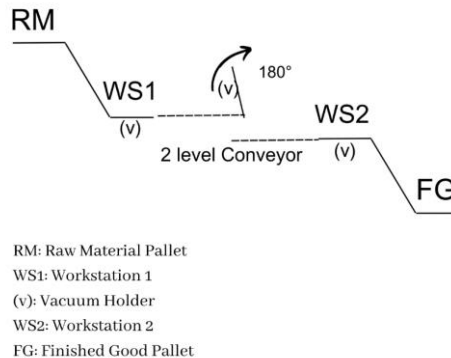
- 1) Bahan baku sudah terpotong dengan ukuran 14x14x 5 cm dimana akan dipindahkan dari tempat bahan baku ke stasiun kerja pertama (pembuatan cekungan).
- 2) Pendorong 1 akan mendorong bahan baku untuk menuruni bidang miring menuju stasiun kerja pertama.
- 3) Benda kerja akan menyentuh *limit switch* dan mengaktifkan *vacuum*. *Vacuum* akan menarik benda kerja dan membuat benda kerja stabil saat diproses
- 4) Ketika tekanan *vacuum* mencapai angka yang telah ditentukan, maka mesin kerja satu akan memulai proses pemakanan.
- 5) Setelah benda kerja selesai dilakukan pemrosesan, tekanan *vacuum* akan berkurang dan melepas benda kerja. Setelah tekanan kosong, benda kerja akan didorong oleh pendorong kedua menuju ke *conveyor*.
- 6) *Conveyor* akan mengantarkan benda kerja ke stasiun kedua.

Proses Kedua (Pembuatan Feature)

- 1) Proses kedua atau proses pada stasiun kerja dua dimulai ketika benda kerja yang sudah dibalik saat berada di *conveyor* sampai di meja kerja dua.
- 2) Benda kerja akan menyentuh *limit switch* pada stasiun kerja dua dan mengaktifkan *vacuum*. Benda kerja akan ditarik oleh *vacuum* hingga tekanan tertentu.
- 3) Tekanan benda kerja akan diperhitungkan menggunakan sensor yang ada pada alat *vacuum*.
- 4) Ketika benda kerja tertekan sesuai dengan kriteria, maka mesin pada stasiun kerja dua akan melakukan pemakanan secara sekuensial pada keempat sisi dari benda kerja.
- 5) Setelah mesin selesai melakukan pemakanan pada ke empat sisi benda kerja, maka mesin akan berhenti dan *vacuum* akan menurunkan tekanan serta melepas benda kerja.
- 6) Ketika tekanan pada *vacuum* sudah hilang, benda kerja akan didorong oleh pendorong. Benda kerja akan didorong menuruni bidang miring dan melewati sensor penghitung. Benda kerja akan menuju ke palet *finish product*.

3.2.2 Bidang Miring dan Pendorong

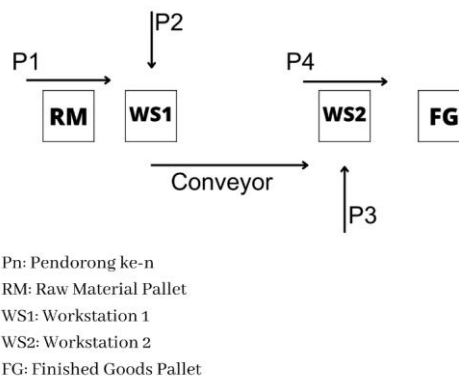
Sistem *Material Handling* memanfaatkan bidang miring dan mekanisme *vacuum* sebagai penahan benda kerja terdapat di tiga titik yaitu *Workstation 1* (WS1), *rotating platform*, dan *Workstation 2* (WS2), seperti pada **Gambar 2**. *Raw Material* berpindah dari *Raw Material Pallet* (RM) menuju WS1 dan *Work in Process* (WIP) bergerak dari WS2 menuju *Finished Goods Pallet* (FG), sama-sama memanfaatkan bidang miring. *Conveyor* dua tingkat berguna untuk membalikkan posisi WIP dengan dibalik menggunakan *rotating platform* yang memanfaatkan penahan *vacuum*, benda kerja akan jatuh dalam posisi terbalik di *conveyor* kedua.



Gambar 2. Sistem bidang miring dan *conveyor*

Perpindahan benda kerja dipicu oleh mekanisme pendorong sederhana yang bekerja dengan sistem otomasi dengan desain seperti pada **Gambar 3**. Keseluruhan sistem terdiri dari empat pendorong yang bekerja secara berurutan sesuai urutan nomor. Berikut penjelasan kerja dari pendorong:

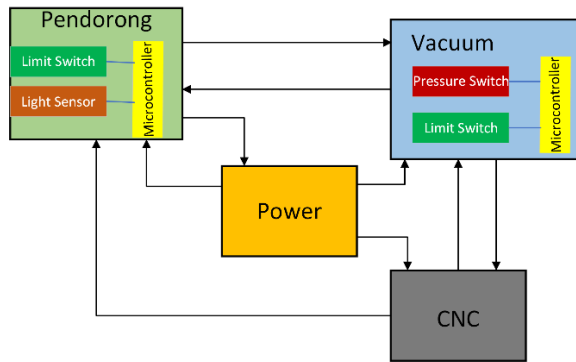
- 1) Pendorong 1 akan memicu pergerakan raw material dari RM menuju WS1 dengan mekanisme bidang miring.
- 2) Pendorong 2 akan menggeser WIP dari WS1 ke conveyor.
- 3) Pendorong 3 akan menggeser WIP dari ujung conveyor ke WS2.
- 4) Pendorong 4 akan memicu pergerakan produk dari WS2 menuju FG dengan mekanisme bidang miring.



Gambar 3. Sistem Pendorong

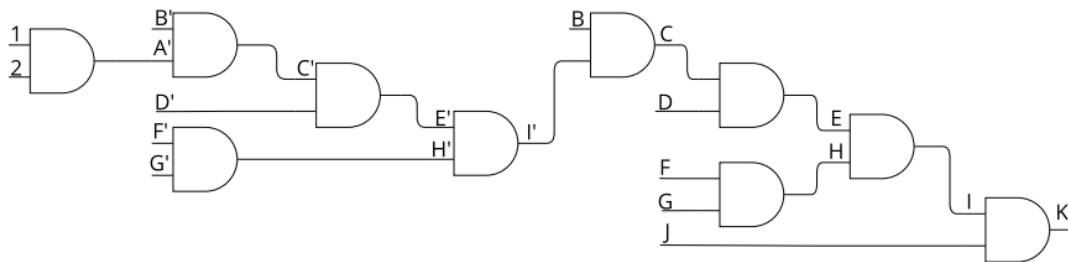
3.2.3 Block Diagram

Sistem Otomasi ini terdiri dari tiga komponen utama yaitu material handling, fixture, dan machining (**Gambar 4**). Secara berurutan tiga komponen tersebut diwakili oleh Pendorong, Vacuum, dan CNC. Tanda panah menandakan arah garis perintah atau arah sinyal listrik. Pendorong baru bekerja jika menerima sinyal (kondisi) dari vacuum, berlaku sebaliknya vacuum akan bekerja setelah menerima sinyal (kondisi) dari pendorong, hal ini berlaku sama pada hubungan antara vacuum dengan CNC. Perbedaan ada pada hubungan di antara CNC dengan pendorong, karena pendorong baru mulai bekerja setelah CNC menyelesaikan pemakanan untuk mendorong benda kerja yang selesai diproses, sementara CNC dalam melakukan pemakanan tidak dipengaruhi oleh sinyal (kondisi) dari pendorong. Pendorong memiliki akses untuk mematikan sistem (power) karena dilengkapi *light sensor* pada bagian pendorong empat untuk menyelesaikan pekerjaan setelah mencapai jumlah produk yang diinginkan. Pada CNC tidak memiliki sensor karena sinyal listrik yang dihasilkan langsung berupa G-code dan koordinat pisau.



Gambar 4. Block diagram pada sistem wood cap

Sistem otomasi yang ditawarkan adalah meliputi *material handling*, *fixture*, dan *machining*. Hal utama pada sistem otomasi ini ada pada *material handling* yang terdiri dari dua buah *conveyor* yang memiliki ketinggian yang berbeda dan 4 buah pendorong. Melalui *logic gate* pada **Gambar 5**, dapat dilihat bahwa keseluruhan sistem terdiri dari dua *logic gate* mirip yang disatukan, karena keseluruhan proses terdiri dari dua tahap *machining* utama. Pendorong satu yang berada di stasiun *raw material* akan menjadi *trigger* aktifnya *workstation 1* dan seterusnya secara bersambung mengikuti *logic gate*. Sementara mekanisme *off* dari pendorong empat akan mematikan keseluruhan sistem secara langsung. Keseluruhan sistem akan mati secara langsung ketika *button off* ditekan atau ketika *finish product* sudah mencapai jumlah yang diinginkan pada bidang miring yang dilalui oleh *finish product* akibat dorongan pendorong empat.



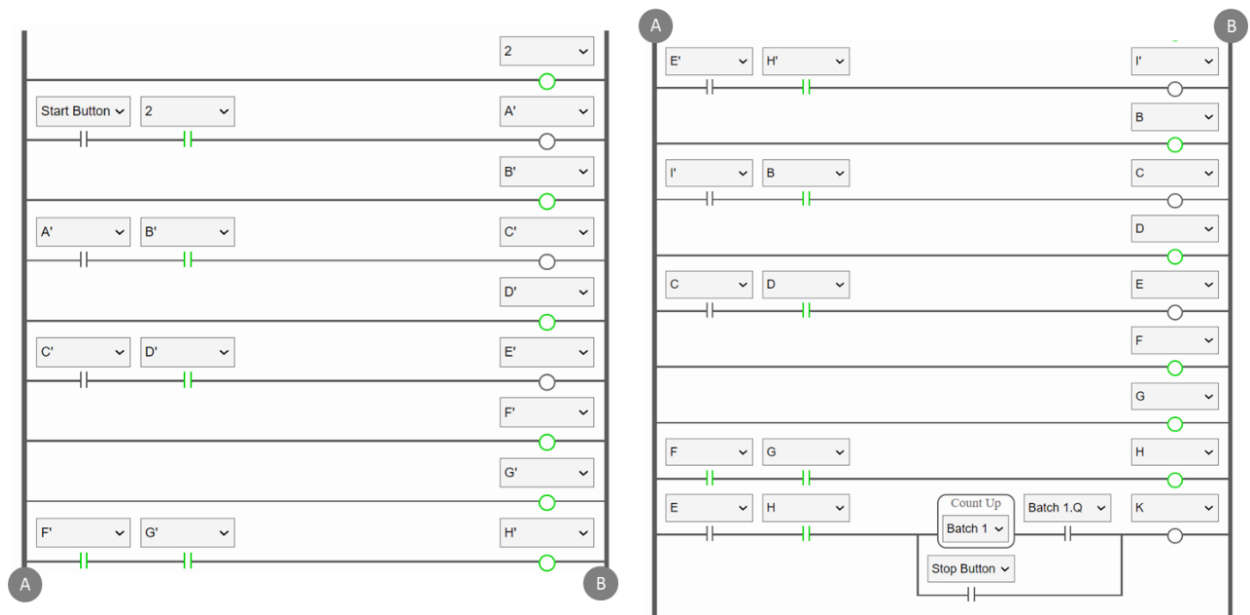
Keterangan :

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1 : Start Button (Sistem Menyala) | I' : Pendorong 2 aktif dilanjut pendorong 3 aktif |
| 2 : Gerbang Raw Material Terbuka | B : Benda kerja di atas meja kerja 2 |
| A' : Pendorong 1 Aktif | C : Vacuum menarik benda kerja (WS2) |
| B' : Benda kerja di atas meja kerja 1 | D : Sensor tekanan vacuum (WS2) |
| C' : Vacuum menarik benda kerja | E : Pemakanan (WS2) |
| D' : Sensor tekanan vacuum (WS1) | F : Pisau menjauh (WS2) |
| E' : Pemakanan (WS1) | G : Koordinat pisau sesuai (WS2) |
| F' : Pisau menjauh (WS1) | H : Vacuum melepas benda kerja |
| G' : Koordinat pisau sesuai (WS1) | I : Pendorong 4 aktif |
| H' : Vacuum melepas benda kerja | J : Off Button (Sistem) |
| | K : Sistem Mati |

Gambar 5. Logic gate pada sistem wood cap

3.2.4 Ladder Diagram

Ladder diagram adalah kelistrikan yang mewakili rangkaian kelistrikan di industri untuk mendokumentasikan sistem logika kontrol. Ladder diagram untuk perancangan sistem otomasi kasus wood cap tersaji pada **Gambar 6**. Rancangan sistem otomasi Menggunakan *ladder diagram* sudah dilakukan pada penelitian sebelumnya, seperti pada mesin pengisian botol [17] dan pemindahan barang [18], namun belum ada yang menerapkannya pada industri furnitur.



Gambar 6. Ladder diagram pada diusulkan untuk sistem wood cap

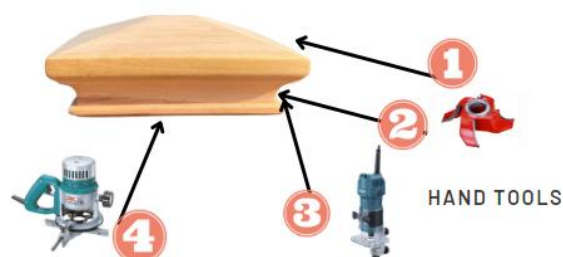
3.2.5 Control Device

Pada dasarnya, semua sistem otomasi memiliki sebuah control device atau perangkat kontrol untuk memulai dan menghentikan sistem yang ada. Pada penelitian ini, control device yang digunakan terdiri dari empat jenis yaitu limit switch, pressure switch, light sensor dan emergency push button. Penjelasan lebih rinci sebagai berikut: sistem otomasi dalam penelitian ini membutuhkan control device atau perangkat kontrol untuk menginisiasi dan menghentikan operasi sistem. Terdapat empat jenis control device yang digunakan, yaitu limit switch, pressure switch, light sensor, dan emergency push button, yang dijelaskan sebagai berikut:

- 1) *Limit Switch*. Control device ini dipasang pada pallet raw material serta stasiun kerja satu dan dua. Fungsinya adalah untuk mengaktifkan gerbang pada stasiun raw material, serta mengontrol vacuum dan pendorong pada stasiun kerja satu dan dua. Ketika limit switch diaktifkan, gerbang atau peralatan lainnya akan beroperasi sesuai dengan aturan yang ditentukan.
- 2) *Pressure Switch*. Proses permesinan diawali dengan memerlukan informasi dari control device pressure switch. Baik pada stasiun kerja satu maupun dua, pressure switch akan diprogram untuk memastikan bahwa vacuum memiliki tekanan yang sesuai untuk menarik benda kerja. Setelah mencapai tekanan yang diinginkan, mesin pada stasiun kerja satu dan dua akan bergerak untuk memproses benda kerja.
- 3) *Light Sensor*. Perangkat ini digunakan untuk mematikan mesin secara otomatis setelah mencapai target produksi. Control device light sensor ditempatkan pada bidang miring setelah stasiun kerja dua. Ketika produk jadi didorong oleh pendorong empat, ia akan melewati light sensor sebagai penghitung jumlah produk jadi. Light sensor mencatat dan menyampaikan informasi jumlah produk jadi yang telah tercapai. Setelah jumlah produk jadi sesuai dengan target produksi, sistem otomatis akan menghentikan mesin.
- 4) *Emergency Push Button*. Selain dimatikan otomatis melalui perhitungan jumlah produk jadi, sistem ini juga dilengkapi dengan *emergency push button*. Tombol darurat ini memungkinkan operator untuk mematikan mesin secara manual dalam situasi darurat atau keadaan yang tidak diinginkan.

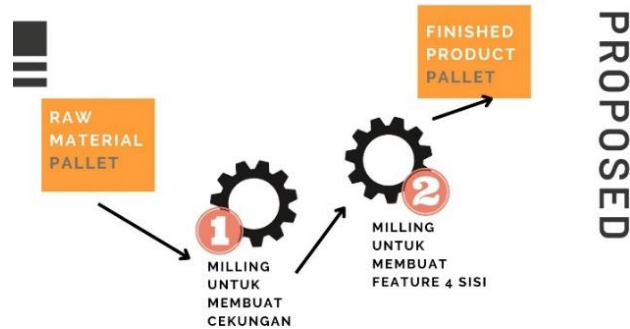
3.3 Analisis dan Perbandingan Ekonomi

Berdasarkan data historis, kondisi existing saat ini mampu memproduksi 17.570 pcs Wood Cap dalam waktu 150 hari dengan melibatkan jumlah tenaga kerja sebanyak 50 orang. Ilustrasi proses produksi pada kondisi existing telah dijelaskan sebelumnya dan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Ilustrasi Kondisi Existing

Gambaran tahapan proses kondisi yang diusulkan (*improvement*) dapat dilihat pada **Gambar 8**. Proses produksi berkurang menjadi dua tahapan proses utama, dibandingkan dengan kondisi existing yang terdiri dari empat tahapan proses. Pengurangan jumlah proses pengerjaan ini akan mengurangi jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dan waktu pengerjaannya pun akan berkurang. Dengan penerapan sistem otomasi, diperkirakan waktu proses akan berkurang lebih dari setengah dari kondisi existing, bukan hanya karena proses yang disederhanakan, tetapi juga karena mengurangi beban fisik dan mental pada seluruh proses. Sistem otomasi memungkinkan perpindahan benda kerja dari stasiun kerja satu ke stasiun kerja lainnya menggunakan bidang miring, dan pengaturan dalam menjalankan suatu tahapan proses serta menentukan tahapan proses yang harus dikerjakan pada WIP (*work-in-process*) akan dilakukan oleh sistem otomasi.

**Gambar 8.** Ilustrasi Kondisi *Improvement*

Dengan sistem otomasi, diperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses produksi adalah selama 50 hari dengan kebutuhan tenaga kerja sebanyak 25 orang. Hal ini berarti penerapan sistem otomasi pada produk wood cap berpotensi menurunkan tenaga kerja sebesar 50% dan mengurangi waktu produksi sebesar 66.67% dibandingkan dengan pengerjaan secara manual.

4. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini perancangan model otomasi dilakukan pada Industri Furnitur di Jepara dengan studi kasus produk wood cap. Sistem otomasi yang dirancang dapat memberikan keuntungan yang signifikan dengan meminimalkan jumlah komponen dalam sistem produksi, yaitu mesin yang digunakan berkurang dari empat mesin menjadi dua mesin, namun tetap menjaga kecepatan dan kualitas produksi yang baik. Selain itu, otomasi juga memberikan peningkatan kecepatan produksi, di mana waktu produksi dapat diselesaikan dalam 50 hari dibandingkan dengan sistem lama yang memerlukan waktu 150 hari. Tidak hanya itu, otomasi juga dapat mengurangi jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan menjadi 25 orang. Model otomasi ini masih berupa rancangan sehingga masih bersifat teoritis dan belum tervalidasi dalam lingkungan produksi nyata. Langkah berikutnya yakni melakukan studi lanjutan yang meliputi implementasi pilot dari sistem ini untuk mengobservasi dan mengevaluasi performa aktualnya dalam kondisi operasional sehari-hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. T. Putri, G. Luthfiansyah, R. T. Indrawati, B. Prasetyo, and S. Priyoatmojo, "Analisa Efek Otomatisasi Proses terhadap Kapasitas Produksi dengan Studi Kasus Mesin Selotip Semi Otomatis di Industri Pengemasan," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 16, no. 2, pp. 286–297, 2021.
- [2] D. Nimawat and A. Shrivastava, "Increasing productivity through automation," *European Journal of Advances in Engineering and Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 45–47, 2016.
- [3] L. A. Hakim and R. A. Anugraha, "Perancangan Sistem Otomasi Untuk Kartu Tekstil Jacquard Pada Mesin Punching Untuk Di PT Buana Intan Gemilang," *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, vol. 4, no. 01, pp. 68–75, 2017.
- [4] A. Antoni and A. St, "Perancangan simulasi sistem pergerakan dengan pengontrolan pneumatik untuk mesin pengamplas kayu otomatis," *Jurnal rekayasa sriwijaya*, vol. 18, no. 3, pp. 21–28, 2009.
- [5] M. P. Groover, *Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing*. Pearson Education India, 2016.
- [6] L. Červený, R. Sloup, T. Červená, M. Riedl, and P. Palátová, "Industry 4.0 as an Opportunity and Challenge for the Furniture Industry—A Case Study," *Sustainability*, vol. 14, no. 20, p. 13325, 2022.
- [7] L. Wang, J. He, and S. Xu, "The application of industry 4.0 in customized furniture manufacturing industry," in *Matec web of conferences*, EDP Sciences, 2017, p. 03022.

- [8] G. J. Long, B. H. Lin, H. X. Cai, and G. Z. Nong, "Developing an artificial intelligence (AI) management system to improve product quality and production efficiency in furniture manufacture," *Procedia Comput Sci*, vol. 166, pp. 486–490, 2020.
- [9] D. Isman, "PERANCANGAN BOR KAYU OTOMATIS PADA PRODUKSI MEBEL DENGAN METODE PWM BERBASIS MIKROKONTROLER," *JOURNAL OF SCIENCE AND SOCIAL RESEARCH*, vol. 3, no. 2, pp. 86–90, 2020.
- [10] M. F. Rosid, K. R. T. P. Sari, and E. M. Indrawati, "Rancang bangun mesin pemotong kayu otomatis berbasis arduino," *Jurnal Nusantara of Engineering*, vol. 4, no. 2, pp. 151–159, 2021.
- [11] N. S. Widmer and R. J. Tocci, *Digital systems: Principles and applications*. Prentice Hall. Pearson Education International, 2007.
- [12] D. H. Hanssen, *Programmable logic controllers: a practical approach to IEC 61131-3 using CODESYS*. John Wiley & Sons, 2015.
- [13] R. Hutajulu, "Perancangan Dan Pembuatan Pintu Otomatis Pada Lemari Asam Menggunakan Limit Switch Dan Arduino Mega 2560," Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau, 2021.
- [14] R. Djambiar, "Pengembangan Limit Switch Manual dan Otomatis Pada Mesin Fris," *SIGMA EPSILON-Buletin Ilmiah Teknologi Keselamatan Reaktor Nuklir*, vol. 14, no. 3, 2010.
- [15] I. Jonata, I. Abasana, and I. K. Parti, "Rancang Bangun Alat Sistem Kontrol Backwash Otomatis Sand Filter Menggunakan Solenoid Valve ," Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Bali, 2022.
- [16] I. Hajar, D. J. Damiri, and M. T. B. Sitorus, "Penggunaan PLC dan HMI dalam Simulasi Kendali Ketinggian Air," *PROSIDING-SNEKTI*, vol. 3, 2022.
- [17] I. Arif, "Perancangan Unit Pengisian Pada Mesin Pengisian Botol Otomatis Berbasis PLC," *Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil)*, vol. 3, no. 2, pp. 37–44, 2022.
- [18] D. Aribowo, D. Desmira, and F. Puspitasari, "ANALISIS PERANCANGAN PROGRAM PLC SCHNEIDER TM221CE24R PADA SISTEM PEMINDAH BARANG OTOMATIS," *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, vol. 6, no. 1, 2019.

