

Simulasi Sistem *Purging valve* Pipa Penyalur Tembakau pada Industri Rokok di PT. Djarum Kudus

Lukas Bambang Setyawan

Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer,
Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga
Email : lukas.setyawan@uksw.edu

Ringkasan

Proses pembuatan rokok di industri rokok memerlukan sistem *pneumatic feeding* untuk melakukan proses distribusi tembakau. Mesin yang terlibat adalah mesin *feeder* dan mesin *maker*. Tembakau sebagai bahan dasar rokok disalurkan melalui pipa dari mesin *feeder* menuju mesin *maker*. Untuk menjaga agar pipa penyalur tembakau tetap bersih tidak terdapat sumbatan atau gumpalan sisa tembakau pada pipa penyalur maka dibuat sistem *purging valve*. PT. Djarum Kudus menggunakan mesin *feeder* tipe KAR (*rotary feeder*). Mesin *feeder* KAR membutuhkan tambahan *purging valve* pada pipa penyalur tembakau untuk mengatasi adanya sisa tembakau yang menyumbat atau adanya gumpalan tembakau di dalam pipa penyalur. Pengendalian proses dilakukan memakai Beckhoff IPC CP6706 dengan visualisasi proses secara HMI menggunakan program TwinCat 3. Sistem *purging valve* telah dilakukan pengujian menggunakan simulasi dan sistem bekerja seperti yang diharapkan. Sebelum sistem *purging valve* direalisasikan dan diimplementasikan pada mesin sesungguhnya oleh PT. Djarum Kudus akan dilakukan penyempurnaan sistem terlebih dahulu untuk penggabungan dengan mesin lain.

Kata kunci: mesin *feeder*, mesin *maker*, sistem *purging valve*

1. Pendahuluan

Pada proses pembuatan rokok di industri rokok diperlukan sistem *pneumatic feeding* untuk proses distribusi tembakau. Terdapat 2 jenis mesin *feeding* yaitu jenis pertama mesin KAG (*gravity feeder*) dengan cara tembakau dicurahkan ke dalam pipa, dan jenis kedua adalah mesin KAR (*rotary feeder*) dengan cara tembakau dihisap dari penampungan menuju mesin *maker*. Pada mesin *feeder* jenis KAG terdapat komunikasi antara mesin *feeder* dengan mesin rokok (*maker*) yang tidak terdapat pada mesin *feeder* jenis KAR. Dengan demikian pada mesin KAG lebih mudah dilakukan pengosongan (*flushing*) pipa sehingga tidak ada tembakau tersisa di dalam pipa. Pada mesin KAR hal ini tidak dapat dilakukan sehingga diperlukan *purging valve* untuk proses pengosongan (*flushing*) sisa tembakau dalam pipa.

PT Djarum Kudus menggunakan mesin *feeder* jenis KAR melalui pipa penyalur tembakau langsung terhubung ke mesin *maker*. Pada proses *feeding* ketika tembakau dihisap dari mesin *feeder* menuju mesin *maker* sering terjadi penumpukan dan sumbatan sisa tembakau di dalam pipa penyalur setelah proses *feeding* selesai. Untuk mengatasi

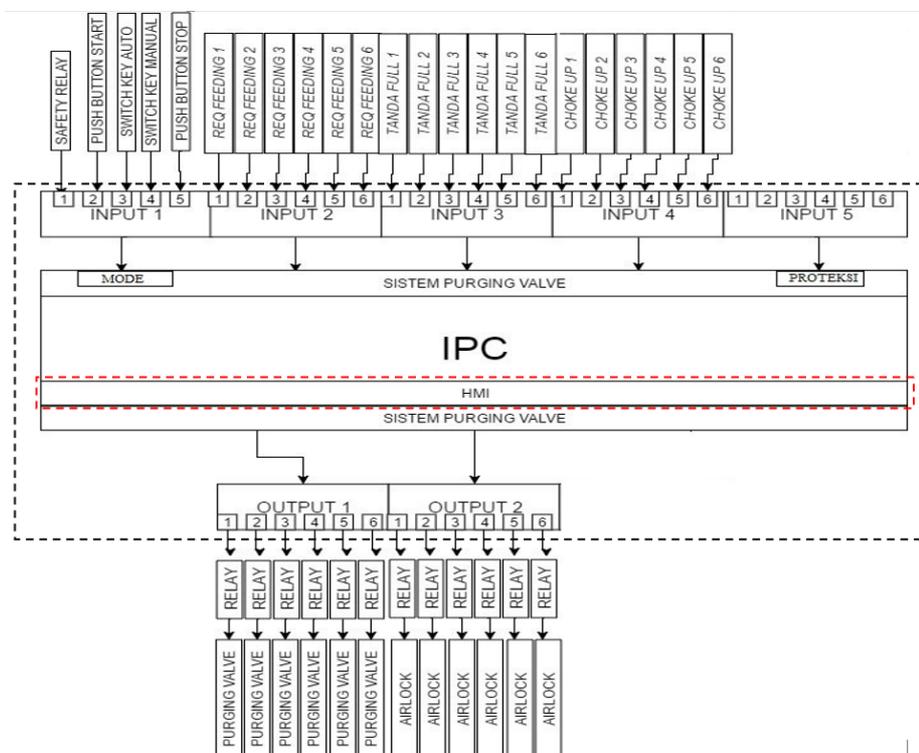
hal ini maka diperlukan penambahan sistem *purging valve* agar tembakau dapat tersalurkan menuju mesin *maker* dengan baik dan tidak terjadi penumpukan tembakau ketika proses *feeding* selesai. Dengan demikian proses *feeding* berikutnya tidak terganggu. [1]

Pembahasan dimulai dengan penjelasan sistem *purging valve* meliputi *purging valve*, mesin *feeder*, mesin *maker*, Beckhoff IPC sebagai pusat pengendali sistem, terminal IO, dan panel kontrol. Kemudian dilanjutkan dengan hasil pengujian dan diakhiri dengan kesimpulan.

2. Sistem *Purging valve*

Sistem *Purging valve* terdiri atas 3 bagian, yaitu : *Human Machines Interface* (HMI) sebagai antarmuka sistem dengan operator [2], panel kontrol serta pengkabelan *input/output* [3], dan Beckhoff *Industrial Personal Computer* (IPC) sebagai pengendali sistem [4],[5]. Diagram blok sistem keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 1. Pada Gambar 1 sebelah atas adalah bagian *input* dan sebelah bawah adalah bagian *output*. Sedangkan di bagian tengah adalah pengendali sistem yaitu Beckhoff IPC.

Masalah yang dihadapi dalam proses penyaluran tembakau dari mesin *feeder* menuju mesin *maker* adalah mengatur agar sensor dapat saling berkomunikasi sehingga sisa tembakau setelah proses *feeding* dari mesin *feeder* ke mesin *maker* dapat dibersihkan tidak menggumpal pada pipa penyalur tembakau sebelum dilakukan proses *feeding* berikutnya. Komunikasi antar sensor ini sangat penting untuk menjaga agar tidak terjadi sumbatan pada pipa penyalur tembakau.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Keseluruhan

2.1. *Purging valve*

Purging valve atau *flap* merupakan perangkat hasil modifikasi dalam suatu sistem rangkaian siklus industri dengan tujuan agar pipa penyalur tembakau dari *feeder* ke *maker* tetap bersih dan tidak terjadi sumbatan tembakau yang menggumpal di dalam pipa. Bentuk *purging valve* dapat dilihat pada Gambar 2. Kondisi awal *purging valve* dalam keadaan terbuka. Pada saat mesin *maker* memberi sinyal *demand / request* untuk menyalurkan tembakau menuju mesin *maker*, mesin *feeder* tidak langsung menyalurkan tembakau tetapi melakukan proses *flushing* terlebih dahulu dengan memasukkan udara melalui *purging valve* untuk menyapu bersih tembakau yang tersisa dalam pipa menuju ke dalam mesin *maker*. Selang beberapa sekon berikutnya *purging valve* ditutup kemudian tembakau dari mesin *feeder* akan disalurkan menuju ke mesin *maker*.

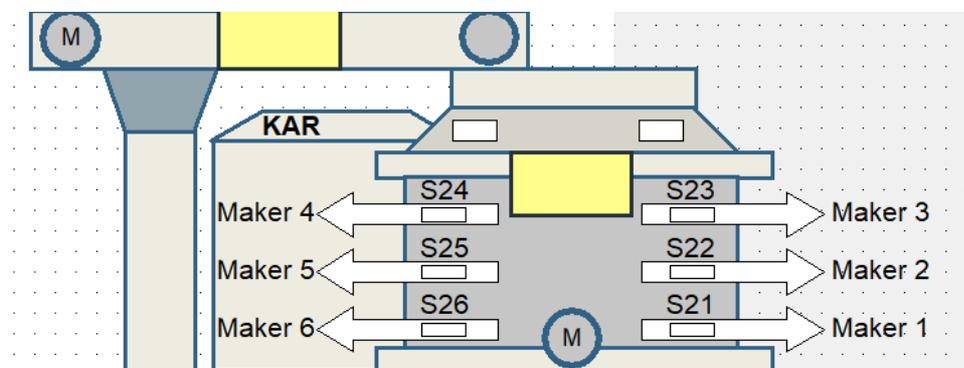


Gambar 2. Bentuk *Purging valve* atau *flap*

2.2. Mesin Feeder

Sketsa mesin *feeder* KAR ditunjukkan pada Gambar 3. Mesin *feeder* adalah mesin yang fungsinya sebagai penyedia atau penampung tembakau agar siap dihisap oleh mesin *maker*.

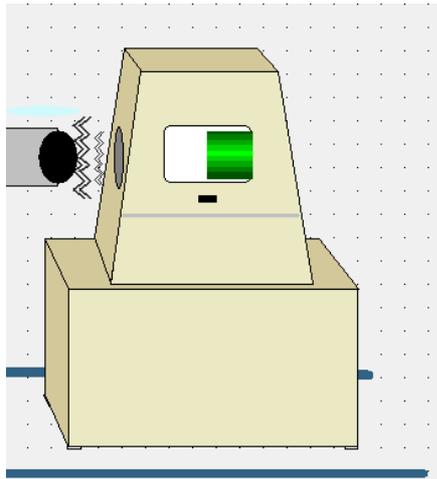
Dari Gambar 3 terlihat tembakau yang telah berada pada tahap siap hisap melalui *conveyor* kemudian dicurahkan ke dalam bak penampungan *feeder* KAR. Pada masing-masing bak penampungan terdapat 6 pipa yang digunakan untuk menyalurkan tembakau, selanjutnya tembakau tersebut akan dihisap oleh 6 mesin *maker*.



Gambar 3. Gambar sketsa mesin *feeder* KAR

2.3. Mesin *Maker*

Gambar sketsa mesin *maker* ditunjukkan pada Gambar 4. Mesin *maker* adalah mesin yang berfungsi sebagai pembuat rokok. Mesin *maker* akan menghisap tembakau ketika mesin berada pada kondisi tembakau kosong. Dari Gambar 4 terlihat tembakau di bak penampungan mesin *feeder* KAR akan dihisap oleh mesin *maker* melalui pipa penyalur tembakau. Pada pipa penyalur tembakau tersebut dipasang *purging valve* yang fungsinya untuk membocorkan pipa.



Gambar 4. Gambar sketsa mesin *maker*

2.4. Beckhoff IPC

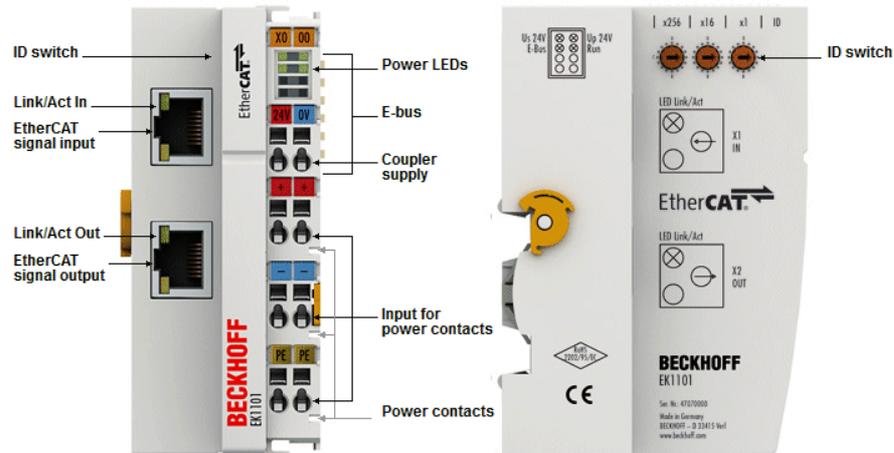
Sebagai pengendali sistem *purging valve* digunakan Beckhoff IPC tipe CP6706 (Gambar 5). IPC CP6706 adalah *PC-based PLC (Programmable Logic Controller)* sekaligus sebagai layar *user interface* yang terintegrasi dengan internet, IO, dan windows. IPC terhubung ke IO melalui *Coupler*, dalam hal ini digunakan *Coupler* EK1100. Pengendalian sistem *purging valve* dilakukan menggunakan program TwinCat 3 [6] [7].



Gambar 5. Wujud Beckhoff IPC CP6706 | 7-inch "Economy" Panel PC

2.5. *Coupler* EK1100

Coupler EK1100 dapat dilihat pada Gambar 6. *Coupler* digunakan untuk menghubungkan EtherCAT dengan sejumlah Terminal *Input* dan *Output*. *Coupler* terhubung ke jaringan internet melalui antarmuka Ethernet.



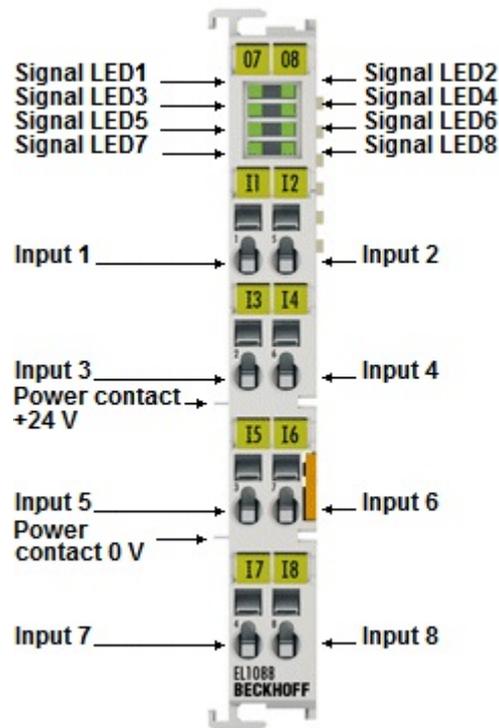
Gambar 6. Beckhoff EK1100

Tabel 1. Data Teknik Coupler EK1100

Technical data	EK1100
Task within EtherCAT system	coupling of EtherCAT Terminals (ELxxxx) to 100BASE-TX EtherCAT networks
Data transfer medium	Ethernet/EtherCAT cable (min. Cat. 5), shielded
Distance between stations	max. 100 m (100BASE-TX)
Number of EtherCAT Terminals	up to 65,534
Protocol	EtherCAT
Delay	approx. 1 μ s
Data transfer rates	100 Mbit/s
Configuration	not required
Bus interface	2 x RJ45
Power supply	24 V DC (-15 %/+20 %)
Current consumption from U _s	70 mA + (Σ E-bus current/4)
Current consumption from U _p	load
Current supply E-bus	2000 mA
Power contacts	max. 24 V DC/max. 10 A
Electrical isolation	500 V (power contact/supply voltage/Ethernet)
Operating/storage temperature	-25...+60 °C/-40...+85 °C

2.6. Terminal Input EL1008

Terminal *Input* EL1008 dapat dilihat pada Gambar 7. Sesuai dengan namanya Terminal *Input* merupakan bagian *input* untuk proses pengendalian oleh IPC. Terdapat 8 *port input* dengan masing-masing alamat *input* sesuai dengan variabel pada program TwinCat 3. Pada masing-masing *port input* terdapat indikator LED yang akan menyala apabila ada sinyal *input* masuk.



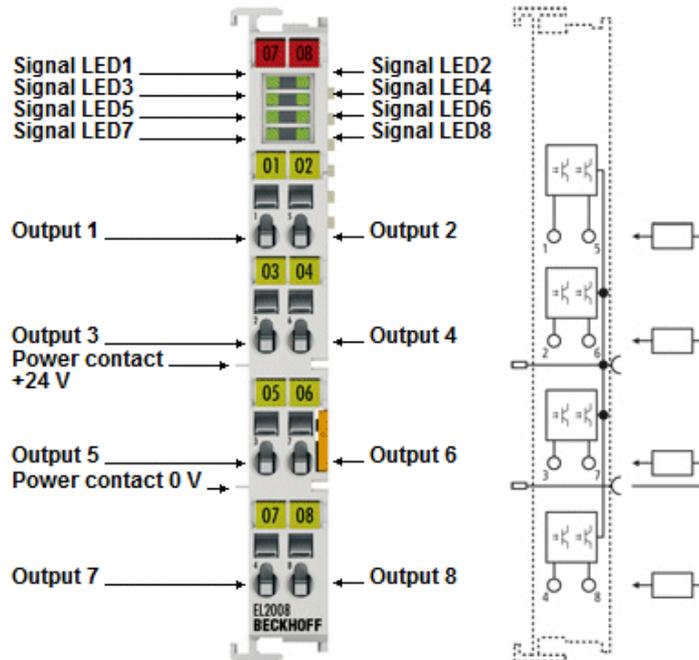
Gambar 7. Terminal *input* EL1008

Tabel 2. Data Teknik Terminal *Input* EL1008

Technical data	EL1008 ES1008
Connection technology	1-wire
Specification	EN 61131-2, type 1/3
Number of inputs	8
Nominal voltage	24 V DC (-15 %/+20 %)
"0" signal voltage	-3...+5 V (EN 61131-2, type 3)
"1" signal voltage	11...30 V (EN 61131-2, type 3)
Input current	typ. 3 mA (EN 61131-2, type 3)
Input filter	typ. 3.0 ms
Distributed clocks	–
Current consumption power contacts	typ. 2 mA + load
Current consumption E-bus	typ. 90 mA
Electrical isolation	500 V (E-bus/field potential)
Bit width in the process image	8 inputs
Configuration	no address or configuration setting
Special features	standard input terminal for bouncing signals (filter 3 ms)
Weight	approx. 55 g

2.7. Terminal Output EL2008

Terminal Output EL2008 seperti Gambar 8. Terminal output digunakan sebagai port keluaran hasil proses pengendalian oleh IPC seperti eksekusi kontrol ke perangkat keras *relay* atau LED. Terdapat 8 port keluaran dan setiap port memiliki indikator LED yang akan menyala bila ada sinyal keluaran.



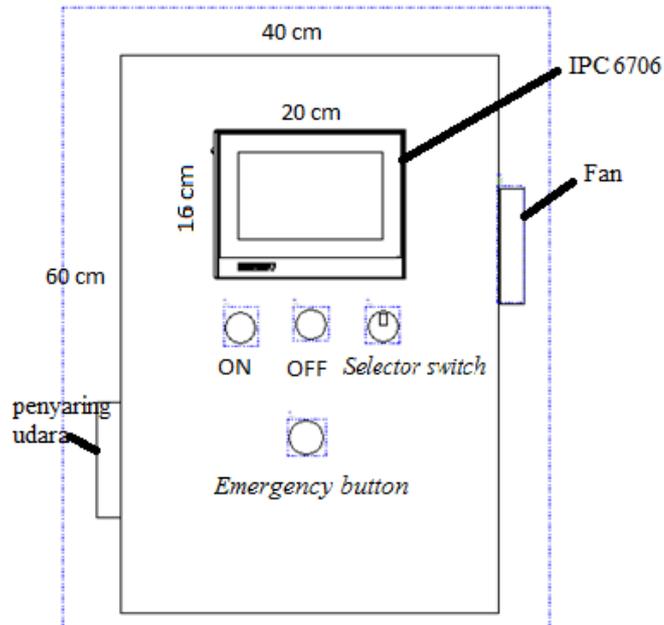
Gambar 8. Terminal Output EL2008

Tabel 3. Data Teknik Terminal Output EL2008

Technical data	EL2008 ES2008
Connection technology	1-wire
Number of outputs	8
Rated load voltage	24 V DC (-15 %/+20 %)
Load type	ohmic, inductive, lamp load
Distributed clocks	-
Max. output current	0.5 A (short-circuit-proof) per channel
Short circuit current	typ. < 2 A
Reverse voltage protection	yes
Breaking energy	< 150 mJ/channel
Switching times	typ. T _{ON} : 60 μs, typ. T _{OFF} : 300 μs
Current consumption E-bus	typ. 110 mA
Electrical isolation	500 V (E-bus/field potential)
Current consumption power contacts	typ. 15 mA + load
Bit width in the process image	8 outputs

2.8. Panel Kontrol

Sketsa panel kontrol dapat dilihat pada Gambar 9. Sedangkan tampak depan panel kontrol ditunjukkan pada Gambar 10. Tampak bagian dalam panel kontrol dapat dilihat pada Gambar 11. Tampak bagian dalam pintu panel kontrol diperlihatkan oleh Gambar 12.



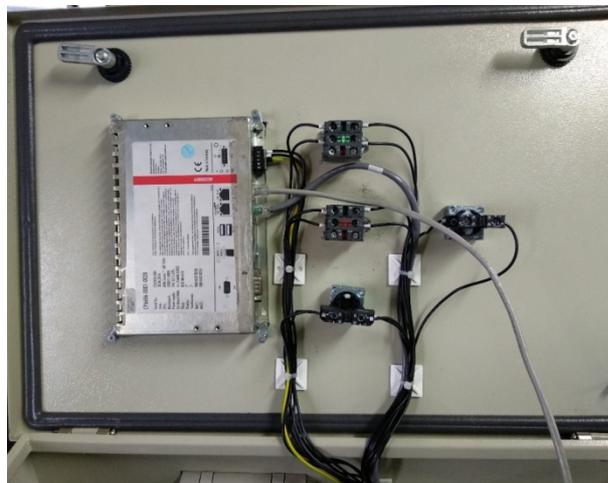
Gambar 9. Sketsa Bagian Depan Panel Kontrol



Gambar 10. Tampak Depan Panel Kontrol [3]



Gambar 11. Tampak Bagian Dalam Panel Kontrol [3]

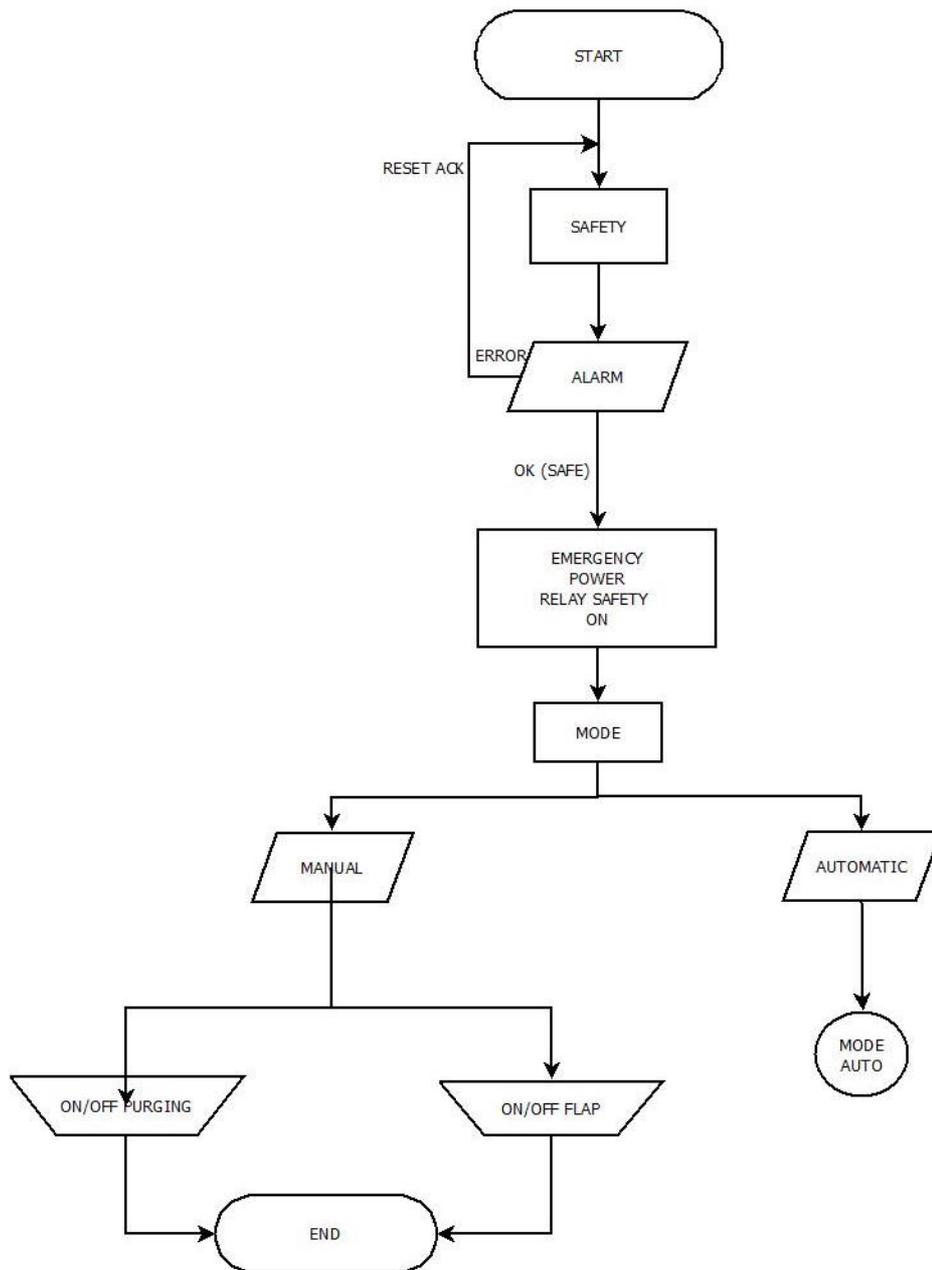


Gambar 12. Tampak Bagian Dalam Pintu Panel Kontrol [3]

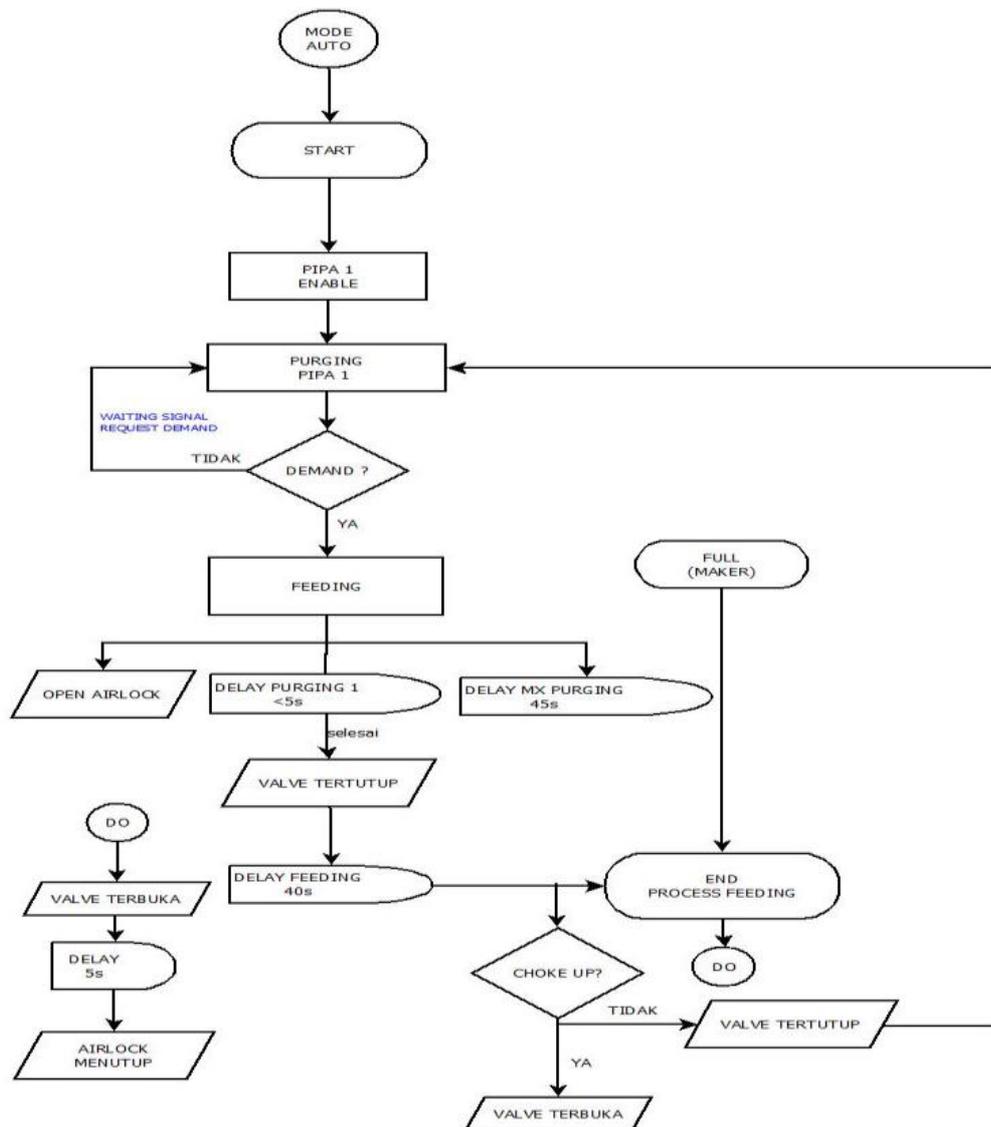
3. Perangkat Lunak Sistem

Implementasi perangkat lunak sistem *Purging valve* menyediakan 2 pilihan, yaitu : mode *Manual* dan mode *auto*. Mode *auto* dilengkapi dengan proteksi ketika berada pada kondisi *choke up* dan *full*.

Bagan sistem mode manual digambarkan oleh Gambar 13. Sedangkan bagan sistem auto dan proteksi diperlihatkan pada Gambar 14.



Gambar 13. Bagan sistem mode *Manual*



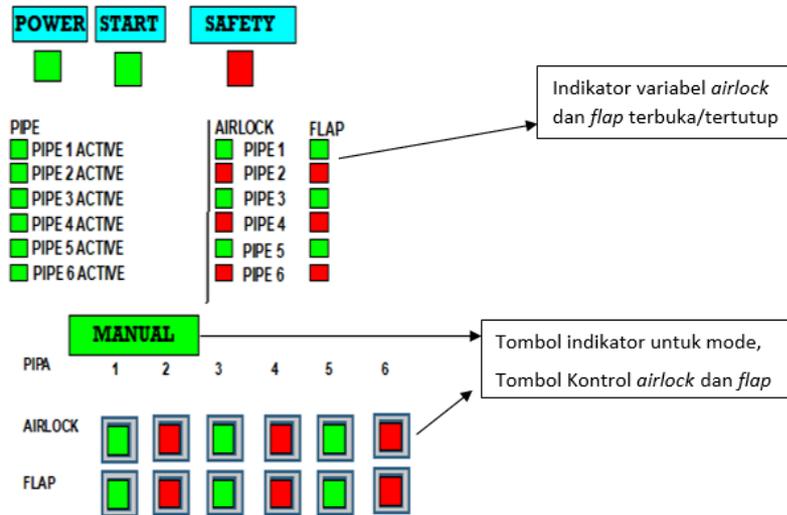
Gambar 14. Bagan sistem mode *Auto* dan Proteksi

4. Hasil Pengujian

Pengujian sistem dilakukan menggunakan simulasi untuk menjalankan sistem *purging valve* dengan memanfaatkan fitur *Visualization* pada aplikasi TwinCat 3 yang dapat digunakan untuk membuat *Human Machine Interface (HMI)*. Semua data nilai variabel disimulasikan menggunakan *Visualization* untuk menggantikan sinyal masukan dari HMI (seperti fitur *enable* tiap pipa, tombol pilihan mode, pengaturan *airlock* dan *flap*) serta dapat melihat / memonitor secara *visual* kondisi dari *airlock* dan *flap purging* sedang terbuka atau tertutup dengan cara mengambil nilai dari variabel-variabel dari algoritma masing-masing pipa. Implementasi perangkat lunak sistem *Purging valve* menyediakan 2 pilihan, yaitu : mode *Manual* dan mode *Auto*. Mode *Auto* dilengkapi dengan proteksi ketika berada pada kondisi *choke up* dan *full*.

4.1. Simulasi pengujian Mode Manual

Pengujian mode *manual* dilakukan pada 3 kondisi dengan cara mengambil nilai dari variabel-variabel untuk kendali *airlock* dan *flap purging*. Sinyal masukan yang berasal dari HMI digantikan oleh tombol/*button* yang dimasukkan dalam bentuk simbol pada simulasi dan mengalami perubahan warna jika nilai dari variabel tersebut mengalami perubahan. Nilai dari variabel apabila *True* memiliki nilai 1 (hijau), dan *False* memiliki nilai 0 (merah). Contoh tampilan hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 15.

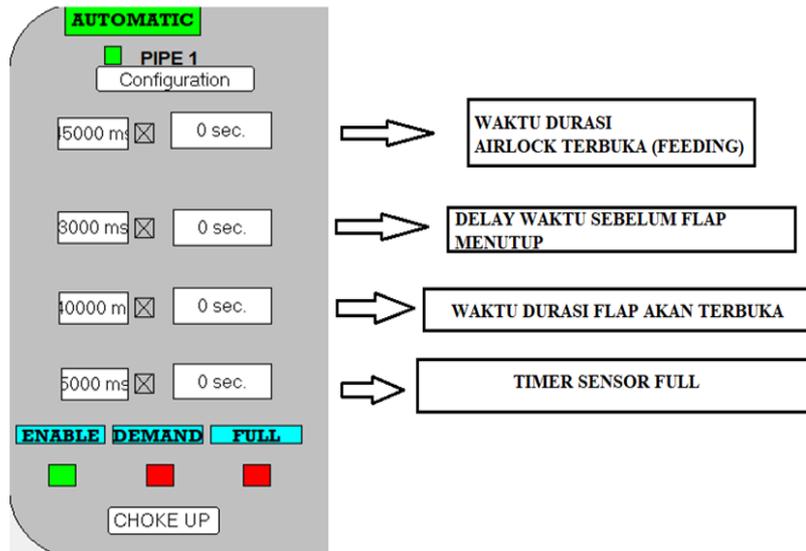


Gambar 15. Contoh Tampilan hasil pengujian simulasi mode *manual*

1. Pengujian kondisi pertama, simulasi dilakukan untuk menjalankan sistem mode *manual* dengan mengaktifkan *airlock* dan *flap* pipa 1. Tombol Power dan Start ditekan sehingga bernilai *true*. Kemudian simulasi dilakukan untuk mengaktifkan mode *manual*, *airlock* dan *flap* pipa 1. Ketika tombol *manual*, *airlock* dan *flap* pipa 1 ditekan, maka variabel *output airlock* dan *flap* untuk pipa 1 tersebut bernilai *true*(1) dan pipa lain bernilai *false* ketika tidak ditekan.
2. Pengujian kondisi kedua, simulasi dilakukan seperti pengujian pertama namun ditambah dengan penekanan pada tombol *airlock* dan *flap* pipa 3. *Output* dari variabel *airlock* dan *flap* untuk pipa 1 dan pipa 3 bernilai *true*(1), dan pipa lain bernilai *false* ketika tidak ditekan.
3. Pengujian kondisi ketiga, simulasi dilakukan seperti pengujian kondisi pertama dan kedua namun ditambah dengan penekanan pada tombol *airlock* dan *flap* pipa 5. *Output* dari variabel *airlock* dan *flap* untuk pipa 1, pipa 3, dan pipa 5 bernilai *true*(1), dan pipa lain bernilai *false* ketika tidak ditekan.

4.2. Simulasi pengujian Mode Auto

Pengujian algoritma mode *auto* disimulasikan pada 1 pipa dengan 1 kondisi normal dan 2 kondisi proteksi. Contoh tampilan hasil pengujian diperlihatkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Contoh Tampilan hasil pengujian simulasi mode *auto*

1. Pengujian pertama
 - a. Simulasi dilakukan untuk mode *auto* dengan kondisi awal sensor *request feeding* menyala menandakan bahwa mesin *maker* membutuhkan tembakau, lalu *timer* 45 sekon akan bekerja seiring dengan menyalnya indikator variabel *airlock* pipa 1 yang menandakan bahwa sedang ada hisapan namun *flap* pipa 1 masih terbuka, proses ini dinamakan proses *flushing* (variabel *flap* bernilai 0).
 - b. Setelah 3 sekon berlalu, variabel *timer* 3 sekon yang aktif tersebut akan mentrigger *timer* 40 sekon seiring dengan aktifnya indikator *flap purging* pipa 1 yakni *flap* berada pada posisi tertutup (variabel bernilai 1). Ini menandakan proses *feeding* mulai berjalan.
 - c. Setelah *timer* 40 sekon selesai, maka *flap purging* akan terbuka (variabel bernilai 0) yaitu proses *flushing* terjadi. Setelah 3 sekon, *airlock* akan mati menandakan proses *feeding* telah berhenti dan tidak terdapat hisapan.
2. Pengujian kedua, proteksi sensor *full*
 - a. Simulasi dilakukan sama seperti simulasi pada pengujian pertama pada mode *auto*, namun di tengah berjalannya proses *feeding*, sensor *full* akan diaktifkan dan variabel sensor *full* akan aktif, yang menandakan bahwa tembakau pada mesin *maker* sudah penuh.
 - b. Setelah sensor *full* terdeteksi, *flap* akan terbuka yang menandakan telah memasuki proses *end feeding* lalu setelah 5 sekon proses *flushing* tersebut, maka dapat dilihat bahwa *airlock* akan menutup/berhenti menghisap.
3. Pengujian ketiga, proteksi *choke up*
 - a. Simulasi dilakukan sama seperti pada pengujian kedua, namun indikator *chokeup* ditekan sebagai simulasi terjadi sinyal *chokeup*.

- b. Ketika proses *feeding* sedang berjalan, disimulasikan tombol *chokeup* diaktifkan, *flap purging* akan terbuka (variabel bernilai 0) selama 1 sekon dan kembali tertutup/menyala melanjutkan proses *feeding*.

4. Kesimpulan

Perancangan sistem *purging valve* telah dilakukan. Pengujian sistem secara simulasi menunjukkan bahwa sistem *purging valve* bekerja seperti yang diharapkan, baik mode *manual* maupun mode *auto*. Sistem *purging valve* melibatkan mesin *feeder* KAR dan mesin *maker*. Sistem dikendalikan oleh Beckhoff IPC tipe CP6706 dengan visualisasi proses secara HMI menggunakan program TwinCat 3.

Berikutnya pihak PT. Djarum Kudus masih akan melakukan penyempurnaan sistem dan penggabungan dengan panel mesin yang lain sebelum melakukan realisasi dan implementasi serta instalasi pada sistem keseluruhan.

Daftar Pustaka

- [1] S. V. Iriyanto, "Sistem *Purging valve* untuk 6 Pipa Penyalur Tembakau pada Industri Rokok di PT Djarum Kudus," Skripsi, Fakultas Teknik Elektronika & Komputer, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Januari 2019.
- [2] J. Alvin, "Human Machines Interface Sistem *Purging valve* Pada Pipa Penyalur Tembakau di PT Djarum Kudus," Skripsi, Fakultas Teknik Elektronika & Komputer, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Juli 2018.
- [3] S. Ardian, "Panel Kendali 6 Pipa Untuk Menyalurkan Tembakau Dari Mesin Feeder Menuju Mesin Maker pada Industri Rokok di PT Djarum Kudus," Skripsi, Fakultas Teknik Elektronika & Komputer, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, September 2018.
- [4] https://download.beckhoff.com/download/Document/automation/twincat3/TC1300_C_EN.pdf [Accessed : 5 Maret 2018]
- [5] Beckhoff, "Installation and Operating instructions for CP6600", version 1.3, Built-in Panel PC, Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Huelshorstweg 20 33415 Verl, Germany, 2017.
- [6] Beckhoff, "TwinCat 3 Training: Basic PLC Programming, TR3020", Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Huelshorstweg 20 33415 Verl, Germany, 2017.
- [7] Beckhoff, "TwinCat 3 Training: Basics TwinCat HMI, TR7050", Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Huelshorstweg 20 33415 Verl, Germany, 2017.