

# Rancang Bangun Sistem Kontrol Jet Bus ke PLC S7 1200 pada Kontrol Utama *Bag Filter* 421-BF1 di PT.SBI Tuban

Ponidi<sup>1</sup> dan Yovana Eka Ferdiansyah<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup>Universitas Muhammadiyah Surabaya  
Jl.Sutorejo No.59 Surabaya (60113)  
e-mail: ponidi@um-surabaya.ac.id

**Abstrak**— *Bag filter 421-BF1* digunakan untuk memisahkan debu halus dari udara pada keluaran *raw mill* pada proses penggilingan produk *raw meal (kiln feed)*. Sistem kontrol utama *bag filter 421-BF1* dikendalikan oleh sistem kontrol Jet Bus dari *Intensiv-Filter GmbH & Co. KG*, namun sistem kontrol tersebut mengalami kerusakan dengan durasi stop terlama mencapai 3,90 jam. Selain itu, sistem kontrol *bag filter* ini kurang fleksibel dalam penggunaannya karena tidak dapat menambahkan program untuk mengecek kerusakan *cloth bag* pada kompartemen *bag filter*. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan perancangan dan pembuatan sistem kontrol dengan PLC (*Programmable Logic Control*). Setelah dilakukan penggantian sistem kontrol *bag filter 421-BF1* menggunakan PLC mampu menghemat biaya pembelian sistem kontrol Jet Bus baru sebesar Rp 12,691,633.56. Sejak dilakukan penggantian sistem kontrol *bag filter 421-BF1* proses pengecekan *broken bag* pada setiap kompartemen bisa dilakukan secara *auto* dari program PLC yang bisa dijalankan di CCR (*Central Control Room*), sehingga tidak diperlukan tim produksi ataupun tim *maintenance* untuk pengecekan secara manual dilapangan.

**Kata kunci:** *Bag filter, Jet Bus, PLC, Broken bag locator*

**Abstract**— *Bag filter 421-BF1* is used to separate fine dust from air at the output of the raw mill in the process of milling raw meal products (*kiln feed*). The main control system of *bag filter 421-BF1* is controlled by the Jet Bus control system from *Intensiv-Filter GmbH & Co. KG*, but the control system was damaged with the longest stop duration reaching 3.90 hours. In addition, this *bag filter* control system is less flexible in its use because it cannot add a program to check for damage to the *cloth bag* in the *bag filter* compartment. To overcome this, it is necessary to design and manufacture a control system with PLC (*Programmable Logic Control*). After replacing the *421-BF1* filter bag control system using a PLC, it was able to save the cost of purchasing a new Jet Bus control system of IDR 12,691,633.56. Since the replacement of the *421-BF1* filter bag control system, the process of checking for broken bags in each compartment can be done automatically from the PLC program which can be run in the CCR (*Central Control Room*), so there is no need for a production team or maintenance team to check manually in the field.

**Keywords:** *Bag filter, Jet Bus, PLC, Broken bag locator*

## I. PENDAHULUAN

*Bag filter* adalah alat untuk memisahkan partikel kering dari gas (udara) pembawanya. Di dalam *bag filter*, aliran gas yang kotor dan partikel masuk ke dalam beberapa longsongan *filter* (disebut juga kantong atau *cloth bag*) yang berjajar secara paralel, dan meninggalkan debu pada *filter* tersebut. Partikel debu tertahan di sisi kotor kain, sedangkan gas bersih akan melewati sisi bersih kain. Debu secara periodik disisihkan dari kantong dengan goncangan atau menggunakan aliran udara terbalik, sehingga dapat dikatakan bahwa *bag filter* adalah alat yang menerima gas yang mengandung debu, menyaringnya, mengumpulkan debunya, dan mengeluarkan gas yang bersih ke atmosfer [1]. Tidak semua debu dapat disaring pada *cloth bag*

sehingga debu masih dapat keluar bersama gas pembawa yang menyebabkan emisi naik, faktor yang mempengaruhi naiknya emisi adalah *cloth bag* yang sudah jenuh atau bahkan telah berlubang/rusak, sehingga debu tidak tersaring dan ikut keluar melewati sensor pembaca emisi yang ada pada *stack*, maka dari itu perlu dilakukan *maintenance* untuk penggantian *cloth bag* sehingga membuat nilai emisi menjadi normal/sesuai dengan aturan yang ada.

Sektor industri dalam menangani hal tersebut menggunakan instalasi sistem pengendali emisi debu, dengan pendekatan model yang mengacuterhadap strategi kontrol efisiensi sistem dan pengaturan karakteristik emisi debu yang dibuang ke lingkungan [2]. Emisi gas buang pada *equipment bag filter* adalah udara yang sudah bersih dimana debu yang dibawa oleh gas tersebut sudah dijatuhkan dalam

proses *purging*. Sisa *purging* tersebut terdiri dari berbagai zat berbahaya yang nantinya dikeluarkan melalui *stack*. Zat-zat yang berbahaya tersebut inilah yang berusaha ditekan oleh proses uji emisi yang dilakukan oleh pemerintah dan diatur pada Per Men LHK No.19 Tahun 2017 [2]

Tabel 1.1 Baku Mutu Emisi Bagi Usaha(Kegiatan Industri Semen)

No	Sumber Kegiatan	Parameter	Satuan	Nilai Baku Mutu		
				A	B	C
1	Tanur/Tungku (Kiln)	Partikulat	mg/Nm <sup>3</sup>	75	70	60
		SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	650	650	650
		NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	800	800	800
		Hg	mg/Nm <sup>3</sup>	0,2	0,2	0,2
2	Pendingin Terak (Clinkers Coolers)	Partikulat	mg/Nm <sup>3</sup>	75	75	75
3	Unit pencampuran (Milling) dan/atau penggilingan (Grinding)	Partikulat	mg/Nm <sup>3</sup>	75	70	60
4	Unit pengumpulab debu (Dust Collector) pada Alat Transportasi unit-unit produksi*	Partikulat	mg/Nm <sup>3</sup>	60	60	60
5	Pengepakan – Pengantongan (Bagging)	Partikulat	mg/Nm <sup>3</sup>	75	70	60

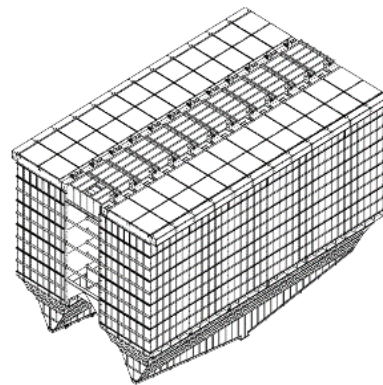
*Bag filter Raw Mill product* (421-BF1) melakukan *dedusting* material, dibantu oleh alat lainnya seperti *fan* (421-FN1) untuk menghisap udara dan debu, *chain conveyor* (421-CV1 & 421-CV2) untuk mendistribusikan debu yang sudah dipisah, *rotary feeder* (421-RF2 & 421-RF3) untuk mengontrol aliran debu.

Untuk sistem kontrol pada *bag filter* (421-BF1) menggunakan sistem kontrol *Pulse Jet Bus* bawaan dari *Intensiv-Filter GmbH & Co. KG* [4]. Namun, kontroler tersebut dirasa kurang handal karena sering mengalami gagal komunikasi antara kontroler utama dan kontrol *sleeve* sehingga peralatan di lapangan tidak dapat di kontrol. Akibatnya akan terjadi kerugian produksi akibat kerusakan sistem kontrol *bag filter* 421-BF1 yang *interlock* dengan *main equipment*. Selain itu, ketika terjadi kerusakan proses penggantian tidak bisa langsung dilakukan karena ketersediaan *spare part* kontroler tersebut di *warehouse* PT Solusi Bangun Indonesia Tbk

## II. STUDI PUSTAKA

### A. Bag Filter

*Bag filter* adalah alat untuk memisahkan partikel kering dari gas (udara) pembawanya. Di dalam *bag filter*, aliran gas yang kotor akan partikel masuk ke dalam beberapa longsongan *filter* (disebut juga kantong atau *cloth bag*) yang berjajar secara paralel, dan meninggalkan debu pada *filter* tersebut. Aliran debu dan gas dalam *bag filter* dapat melewati kain (*fabric*) ke segala arah. Partikel debu tertahan di sisi kotor kain, sedangkan gas bersih akan melewati sisi bersih kain. Konsentrasi partikel *inlet bag filter* adalah antara 100 µg/ m<sup>3</sup> – 1 kg/m<sup>3</sup>. Debu secara periodik disisihkan dari kantong dengan guncangan atau menggunakan aliran udara terbalik, sehingga dapat dikatakan bahwa *bag filter* adalah alat yang menerima gas yang mengandung debu, menyaringnya, mengumpulkan debunya, dan mengeluarkan gas yang bersih ke atmosfer [1].



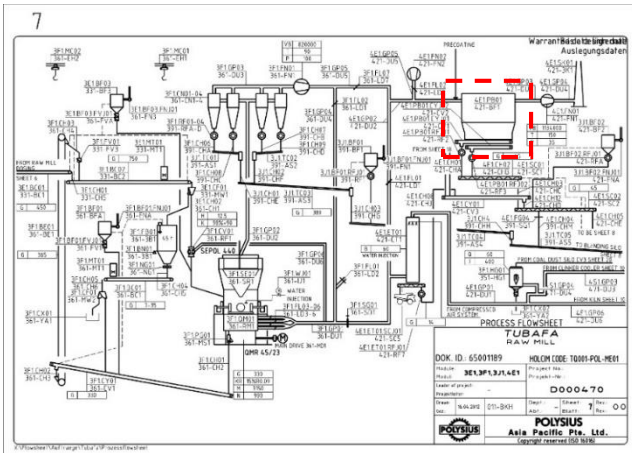
Gambar 2.1 Bag Filter

Tabel 2.1 Technical data bag filter 421-BF1

Tipe	IF-PJM-DO-136-30-08000-S-NFS-S
Order Number	14097
Tipe Gas	Raw mill exhaust air, kiln exhaust air, clinker exhaust air
Tipe Debu	Raw meal, clinker
Raw gas volume flow, normal condition, wet	457.320 m <sup>3</sup> /h
Raw gas volume flow, actual condition	951.330 m <sup>3</sup> /h
Raw gas temperature	150°C

### B. Diagram Alir Material di Area Raw Mill Kiln

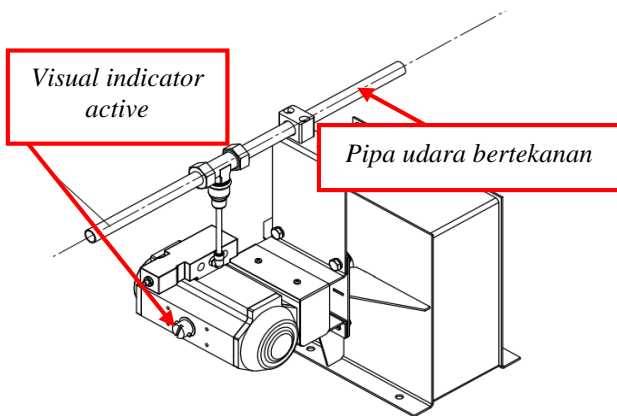
Diagram alir material di area *Raw Mill Kiln* adalah merupakan rangkaian peralatan yang mesin dalam proses alur proses semen yang siap disimpan ke dalam *blending silo* sebagai bahan baku pembuatan terak (*clinker*) yang biasa disebut dengan (*raw meal*). Penelitian ini lebih difokuskan pada bagian komponen bertanda kotak merah (421-BF1) yakni berisi *equipment* yang akan dimodifikasi sistem kontrol kelistrikkannya. Urutan dan rangkaian komponen yang saling menunjang bisa dilihat pada gambar 2.2 sebagai berikut:



Gambar 2.2 Flowsheet Material Area Raw Mill Kiln

C. Pneumatic Actuator

Aktuator *pneumatic* adalah aktuator yang memanfaatkan udara bertekanan menjadi gerakan mekanik. Dengan memberikan udara bertekanan pada sisi permukaan piston sesuai dengan gerak pistonnya. Aktuator *pneumatic* secara garis besar dibagi menjadi 2 yaitu Silinder kerja tunggal dimana Silinder hanya bisa memberikan gaya kerja ke satu arah. Gerakan piston kembali masuk diberikan oleh gaya pegas yang ada didalam silinder direncanakan hanya untuk mengembalikan silinder pada posisi awal dengan alasan agar kecepatan kembali tinggi pada kondisi tanpa beban [5]. Yang kedua adalah silinder kerja ganda dimana Silinder terdiri dari tabung silinder dan penutupnya, piston dengan *seal*, batang piston, bantalan, ring pengikis dan bagian penyambungan [5].



Gambar 2.1 Clean Gas Flap 421-BF1

Suatu sistem otomatis memerlukan kemampuan untuk menjalankan, mengatur dan memberhentikan suatu proses dengan merespon kondisi-kondisi masukan dari transduser, sensor ataupun *switch logic*, serta memonitor dan mengukur variabel-variabel yang terjadi dalam proses produksi agar tercapai suatu kondisi keluaran yang diinginkan. Sistem yang mempunyai semua kondisi di atas disebut sistem kontrol [6]. Masukan-masukan yang berupa sinyal-sinyal logika ini cukup banyak digunakan, terutama pada sistem-sistem kontrol yang sifatnya tidak kontinu maupun yang berurutan [7].

D. Programmable Logic Control (PLC)

*Programmable logic Control (PLC)* merupakan piranti berbasis *microprocessor* dan dapat dianggap sebagai

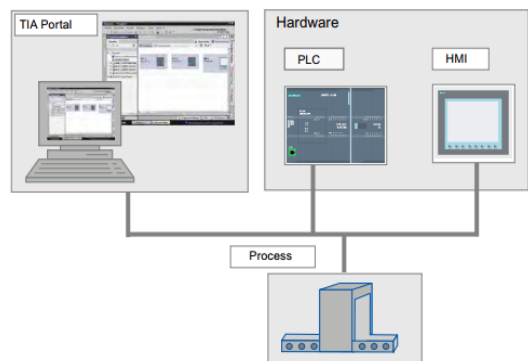
komputer yang dirancang untuk tujuan pengendalian tertentu. *Console* hanya diperlukan untuk memasukan program, yang secara langsung diketikkan melalui terminal pemrograman genggam (*keypad*). Satu unit *console* dapat menangani hingga beberapa unit *PLC*. *PLC* memberikan respon terhadap berbagai sensor yang dihubungkan ke inputnya, memutuskan proses apa yang dikerjakan berdasarkan instruksi yang telah diberikan dan diprogram ke dalam memorinya, serta memberikan ketetapan terhadap output yang diinginkan [8].

Untuk aplikasi-aplikasi tersebut, terdapat beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dengan menggunakan *PLC* daripada menggunakan sistem kontrol konvensional. Pertama, mereka diprogram dengan bahasa yang sederhana, yang disebut logika tangga (*ladder logic*). Bahasa ini mengambil bentuk sebagai instruksi yang mudah dipelajari, yang dimasukkan secara langsung dari *tuts* berlabel pada *console*. Kedua, masukan dan keluaran *PLC* dapat secara langsung dihubungkan dengan berbagai piranti seperti saklar, *relay*, dan sensor, sedangkan untuk keluaran komputer diperlukan peralatan *interface* tambahan yaitu *port* masukan/keluaran (*I/O Port*). Ketiga, *PLC* dapat digabungkan langsung dengan sebuah *PROM* (*Programmable Read Only Memory*), yang tetap akan menyimpan program meskipun daya listrik telah dimatikan. Sebaliknya, untuk menggabungkan sebuah *PROM* dengan komputer standard, perlu dilakukan beberapa modifikasi [8].

E. Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal)

*Totally Integrated Automation Portal (TIA portal)* merupakan aplikasi perangkat lunak yang dapat mengintegrasikan berbagai produk *SIMATIC* sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi pengguna. *TIA portal* mendukung pengguna di semua bidang yang diperlukan untuk pembuatan solusi otomasi [9]. Solusi otomatisasi yang disediakan oleh *TIA portal* meliputi:

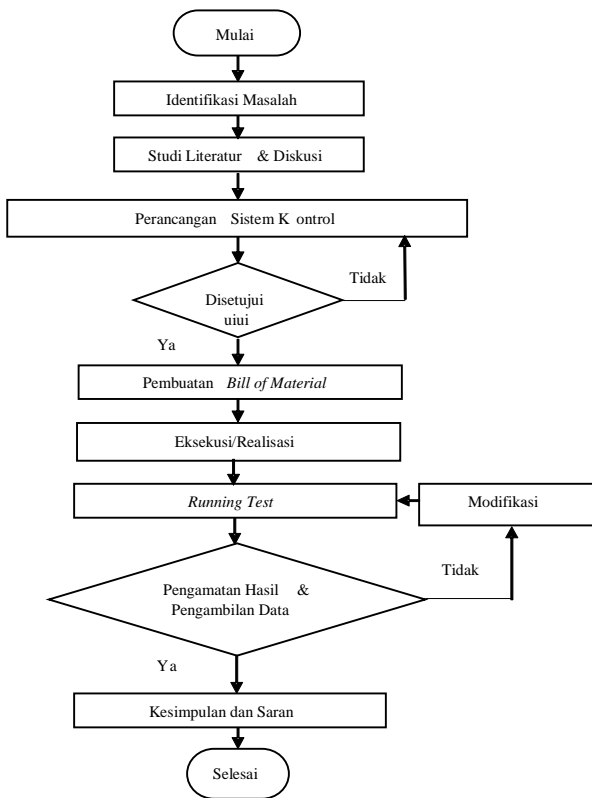
- *PLC* yang mengontrol proses dengan bantuan program.
- Perangkat *HMI* yang digunakan untuk mengoperasikan dan memvisualisasikan proses.



Gambar 2.4 Blok Otomatisasi TIA Portal

III. METODE

Pada bab ini akan dipaparkan diagram alir untuk penyelesaian pelaksanaan penelitian dan terdapat tahapan demi tahapan, Pada gambar 3.1 akan ditampilkan flowchart sebagai berikut :



Gambar 3.1 Flow Chart /Diagram alir Perancangan Kontrol PLC Bag Filter 421-BF1

**A. Perancangan Sistem Kontrol Bag Filtr 421-BF1**

Sistem kontrol *bag filter* 421-BF1 secara umum berfungsi untuk mengatur urutan *purging* dari setiap *compartment bag filter*. Sistem yang digunakan akan menyesuaikan dengan kebutuhan agar memudahkan *user* dalam pengoperasian dan pemeliharaan agar sistem kontrol lebih efektif saat digunakan.

Kriteria yang digunakan sebagai acuan perancangan *improvement* atau penggantian sistem kontrol *bag filter* 421-BF1 diantaranya:

1. Proses *maintenance* sistem kontrol yang mudah Proses *maintenance* sistem yang mudah dijadikan sebagai kriteria pemilihan dengan pertimbangan apabila dikemudian hari terdapat ketidaksesuaian atau kesalahan pada sistem, *troubleshooting* dapat dilakukan dengan mudah oleh semua orang
2. Kemudahan penggunaan sistem kontrol  
Kemudahan penggunaan sistem kontrol ditetapkan sebagai kriteria pemilihan karena kebutuhan pengguna mengharapkan sistem yang *user friendly*.
3. Kecepatan penyediaan barang  
Kecepatan penyediaan barang menjadi kriteria pemilihan konsep karena apabila terjadi kerusakan *part* dapat langsung dipesankan sehingga bisa mengurangi *breakdown time*.
4. Harga barang yang relatif lebih murah  
Harga *part* yang relative lebih murah menjadi kriteria pemilihan konsep karena untuk meningkatkan *cost awareness*.

Berdasarkan kriteria konsep yang telah ditentukan selanjutnya adalah penentuan konsep untuk penggantian sistem kontrol *bag filter*.

**B. Pembuatan Bill Of Material**

Pada tahap ini dilakukan pemilihan komponen PLC berdasarkan informasi *list I/O* yang digunakan dan tipe – tipe komponen yang sesuai dengan spesifikasi alat yang digunakan pada *bag filter* 421-BF1. Sehingga bisa ditentukan tipe dan jumlah komponen yang dibutuhkan dalam pelaksanaan perancangan *improvement* atau penggantian sistem kontrol dari *Pulse Jet Bus* ke PLC pada *bag filter* 421-BF1.

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Rencana penggantian sistem kontrol bag filter 421-BF1 dilatar belakangi oleh rusaknya sistem kontrol bag filter *Jet Bus* bawaan dari *Intensiv-Filter GmbH & Co. KG*, hal ini dibuktikan dengan data yang ter-*record* pada *Technical Information System (TIS)* PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Pabrik Tuban dengan durasi stop selama 3,90 jam. Ketika sistem kontrol *bag filter* 421-BF1 mengalami kerusakan akan mengakibatkan *interlock kiln* sehingga proses produksi semen di area *raw mill kiln* akan berhenti. Sedangkan penggantian sistem kontrol *bag filter* 421-BF1 (*Jet Bus*) dengan tipe yang sama memerlukan biaya yang mahal dan kurang *flexible* untuk penggunaannya, karena tidak ada fasilitas untuk melakukan pengecekan emisi secara otomatis yang dilakukan oleh operator *CCR*. Sehingga perlu dilakukan penggantian dengan sistem kontrol lain yang memiliki beberapa kriteria sebagai pertimbangan dalam proses penggantian.

Kriteria yang digunakan sebagai acuan perancangan *improvement* atau penggantian sistem kontrol *bag filter* 421-BF1 diantaranya:

1. Proses *maintenance* sistem kontrol yang mudah
2. Kemudahan penggunaan sistem kontrol
3. Kecepatan penyediaan barang
4. Harga barang yang relatif lebih murah

**A. Desain dan Perancangan Sistem Kontrol Bag Filter 421-BF1**

Berdasarkan masalah yang ada dan berdasarkan kriteria kebutuhan maka penentuan solusi dapat dilakukan. Ada 3 opsi pemilihan konsep untuk mengatasi atau menggantikan masalah pada kontroler bag filter 421-BF1, diantaranya :

1. Opsi 1 : Menggunakan kontrol *Jet Bus* bawaan dari *Intensiv-Filter GmbH & Co. KG*

Opsi pertama melakukan penggantian kontrol bag filter 421-BF1 menggunakan kontrol *Jet Bus* bawaan dari *Intensiv-Filter GmbH & Co. KG* dengan spesifikasi yang sama sehingga tidak perlu melakukan perancangan sistem kontrol baru dan setela melakukan pembelian bisa langsung dilakukan pemasangan (*plug and play*). Opsi pertama ini memiliki kelebihan dan kekurangan, diantaranya :

- Kelebihan :
- a. Pengguna sudah lebih *familiar* untuk mengoperasikan sistem kontrol
  - b. Tidak diperlukan modifikasi sistem kontrol

- c. Proses penggantian lebih cepat karena tinggal lepas dan pasang (*plug and play*)

Kekurangan :

- a. Harga relatif lebih mahal
  - b. Pengadaan barang relatif lebih lama
  - c. Ketika terjadi kerusakan susah untuk dilakukan perbaikan
2. Opsi 2 : Menggunakan sistem kontrol konvensional
- Opsi kedua melakukan penggantian sistem kontrol *bag filter* 421-BF1 menggunakan sistem kontrol konvensional dengan mekanisme timer dan relay mekanis yang kemudian di rancang sedemikian rupa. Opsi kedua ini memiliki kelebihan dan kekurangan, diantaranya :
- a. Proses *troubleshooting* bisa lebih familiar
  - b. Tidak mudah rusak
- Kekurangan :
- a. Proses pengawatan akan lebih kompleks
  - b. Pengguna membutuhkan waktu adaptasi untuk mengoperasikan kontrol *bag filter* jenis baru
  - c. Membutuhkan panel yang besar karena banyak komponen mekanis

3. Menggunakan sistem kontrol berbasis *programmable logic control (PLC)*

Opsi ketiga melakukan penggantian sistem kontrol *bag filter* 421-BF1 menggunakan sistem kontrol berbasis *PLC (Programmable Logic Control)* untuk mengatur *sequence purging bag filter* dan juga untuk mengatur *open – close puppet valve (butterfly valve)* dengan sistem komunikasi yang *flexible*. Opsi ketiga ini memiliki kelebihan dan kekurangan, diantaranya :

Kelebihan :

- a. Metode pemrograman bervariasi
- b. Perubahan atau pemrograman ulang dan deteksi koreksi kesalahan lebih sedikit
- c. Sistem kontrol berbasis PLC sudah banyak digunakan sebagai sub sistem di PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Pabrik Tuban
- d. Ketika terjadi masalah bisa langsung ditangani dan dilakukan *troubleshooting* langsung oleh teknisi PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Pabrik Tuban

Kekurangan:

- a. *Troubleshooting* program hanya dapat diakses menggunakan *laptop*
- b. Pengguna membutuhkan waktu adaptasi untuk mengoperasikan kontrol *bag filter* jenis baru

Dari ketiga *opsi* tersebut dilakukan pemilihan *opsi* solusi yang paling efektif dan aplikatif untuk mengatasi permasalahan yang ada. Pemilihan *opsi* solusi ditampilkan oleh tabel dengan keterangan nilai sebagai berikut.

Tabel 4.1 Pemilihan konsep desain penggantian sistem kontrol *bag filter*

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)	Konsep					
			Jet Bus		Konvensional		PLC	
			Nilai (1-5)	Nilai x Bobot (%)	Nilai (1-5)	Nilai x Bobot (%)	Nilai (1-5)	Nilai x Bobot (%)
1	Kemudahan proses <i>maintenance</i>	25	4	20	5	25	5	25
2	Kemudahan dalam penggunaan ( <i>user friendly</i> )	20	4	16	3	12	4	16
3	Kecepatan penyediaan <i>spare part</i>	25	4	20	5	25	5	25
4	Keekonomisan harga <i>spare part</i>	30	2	12	3	18	3	18
Total		100	68		80		84	

Tabel 4.2 Data untuk penentuan konsep desain

Tabel Konsekuensi				
Tingkat	Dampak			
	Maintenance Kegiatan	Sasaran	Waktu	Keuangan
5	Kegiatan <i>maintenance</i> bisa dikerjakan teknisi sendiri kurang dari 1 hari	Memberikan dampak sangat serius terhadap tujuan penggunaan	Kurang dari 3 hari	< Rp 3 Juta
4	Kegiatan <i>maintenance</i> bisa dikerjakan teknisi sendiri kurang dari 3 hari	Memberikan dampak serius terhadap tujuan penggunaan	Kurang dari 7 hari	≥ Rp 5 Juta sampai dengan < Rp 10 Juta
3	Kegiatan <i>maintenance</i> bisa dikerjakan teknisi sendiri kurang dari 7 hari	Berdampak sedang terhadap tujuan penggunaan	Kurang dari 3 minggu	≥ Rp 10 Juta sampai dengan < Rp 20 Juta
2	Kegiatan <i>maintenance</i> memerlukan bantuan <i>expertice</i> dari <i>plant</i> lain	Berdampak ringan dengan tujuan penggunaan	Kurang dari tiga bulan	≥ Rp 20 Juta sampai dengan < Rp 30 Juta
1	Kegiatan <i>maintenance</i> memerlukan bantuan dari pihak luar ( <i>vendor</i> )	Dampak terhadap tujuan dapat diabaikan	Lebih dari enam bulan	Rp 30 Juta atau lebih

Tabel konsekuensi digunakan untuk memberikan penilaian pada pemilihan konsep desain penggantian sistem kontrol *bag filter*. Tabel konsekuensi ini didapatkan dari hasil diskusi internal antara *team electric & instrument* RMK1 dengan mengacu ke panduan pembuatan tabel konsekuensi PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Berdasarkan tabel *opsi* yang dipilih untuk penggantian sistem kontrol *bag filter* 421-BF1 adalah sistem kontrol berbasis *PLC*, karena berdasarkan hasil penilaian dari *team electric & instrument* RMK1 sistem kontrol yang paling mendekati kriteria yang dibutuhkan adalah sistem kontrol berbasis *PLC*.

B. Penentuan Komponen PLC Bag Filter 421-BF1

Berdasarkan hasil pemilihan konsep yang telah dilakukan maka tahap selanjutnya adalah melakukan pendataan kebutuhan komponen. Berikut adalah list pemilihan komponen beserta harga untuk pembuatan sistem kontrol bag filter 421- BF1.

Tabel 4.3 Daftar komponen untuk pembuatan sistem kontrol bag filter

No	Nama Part	Kode Part	Jml	Harga (Rp)	Vendor	Ket.
1	CPU module PLC S7-1200	CPU 1214C DC/DC/DC (6AG1214-1AG40-5XB0)	1 EA	5.879.977,31	Siemens	Ready warehouse
2	DI Module 16 x 24VDC	SM 1221 DC (6ES7221-1BH32-0XB0)	1 EA	2.703.117,53	Siemens	Ready warehouse
3	DO Module 16 x 24VDC	SM 1222 DC (6ES7222-1BH32-0XB0)	3 EA	7.003.791,00	Siemens	Ready warehouse
4	Power Supply 24 VDC		1 EA		ABB	Ready Spare
5	Relay 24 VDC	Relay G2R-2-SND DC24V	14 EA	945.000,00	Omron	Ready warehouse
6	Socket Relay 24 VDC	Socket P2RF-08E	14 EA	770.000,00	Omron	Ready warehouse
7	Cable NYA F 0.75 mm (Red)		100 M	218.000,00	Jembo	Ready warehouse
8	Cable NYA F 0.75 mm (Blue)		100 M	218.000,00	Jembo	Ready warehouse
9	Terminal Block UT 2,5		100 EA	0,-	Phoenix Contact	Ready Spare
10	Panel Listrik		1 EA	0,-		Ready Spare

No	Nama Part	Kode Part	Jml	Harga (Rp)	Vendor	Ket.
11	MCB 1 Phase 4 Amphere		1 EA	0,-	EATON	Ready Spare
12	Holder Fuse 24 VDC		4 EA	0,-	Phoenix Contact	Ready Spare
13	Fuse Glass 2 Amphere		4 EA	0,-		Ready Spare
14	DIN Rail		3 M	0,-		Ready Spare
15	Cable Marker		10 PCS	0,-	Phoenix Contact	Ready Spare
16	Cable Duct 45 x 45 PM		3 EA	0,-		Ready Spare
17	DO Module 16 x 24 VDC ABB		1 EA	0,-	ABB	Ready Local
18	TU DO Module ABB		1 EA	0,-	ABB	Ready Local
19	3-Way Switch		1 EA	0,-		Ready Spare
20	Indicator Lamp Red		1 EA	0,-		Ready Spare
21	Indicator Lamp Green		1 EA	0,-		Ready Spare
22	Indicator Lamp Yellow		1 EA	0,-		Ready Spare
23	Push Button Green (NO)		1 EA	0,-		Ready Spare
24	Push Button Red (NC)		1 EA	0,-		Ready Spare

N o	Nama Part	Kode Part	Jml	Harga (Rp)	Vendo r	Ket.
25	Kabel signal 3 pair		75 M	0,-	Jembo	Ready Spare
Total				Rp 11.639.908,53		

Berdasarkan tabel daftar komponen yang diperlukan untuk penggantian sistem kontrol *bag filter* berbasis *PLC* terdapat beberapa komponen yang sudah ada, baik dari ketersediaan di *warehouse* atau *spare* yang tidak terpakai di lapangan ataupun *spare* yang masih baru dan belum terpakai. Namun juga ada beberapa komponen yang mengharuskan untuk order karena tidak tersedia di PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Pabrik Tuban.

Harga dari komponen komponen tersebut diambil dari *SAP (System Application and Product in Data Processing)* PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Pada tahun 2022. Jadi total biaya yang dikeluarkan untuk penggantian sistem kontrol *bag filter* berbasis *PLC* yaitu Rp 11.639.908,53

C. Membuat Sistem Kontrol *Bag Filter* 421-BF1

Pembuatan sistem kontrol *bag filter* 421-BF1 dimulai setelah mengumpulkan data yang diperlukan dengan menyesuaikan kebutuhan pengguna dan kriteria yang ditetapkan. Berdasarkan hasil rancangan dan prinsip kerja kemudian dibuatlah sistem kontrol *bag filter* dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Mengatur konfigurasi *hardware PLC* pada *TIA Portal*

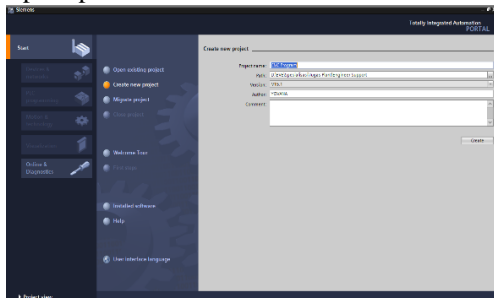
Setelah *software TIA Portal* terinstall pada komputer, *user* dapat segera memulai untuk membuat *project* baru untuk menuliskan mengatur konfigurasi *hardware PLC*. Berikut langkah-langkah untuk membuat *project* baru :

a. Klik *shortcut TIA Portal* pada *desktop*



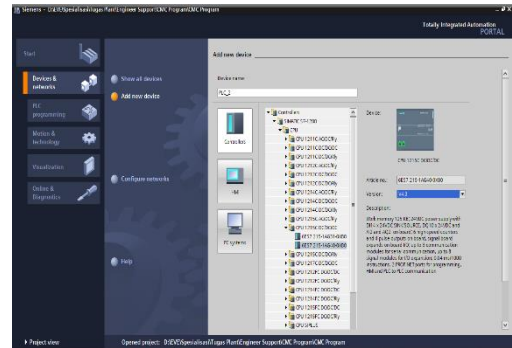
Gambar 4.1 *Shortcut TIA Portal V17*

b. Setelah halaman muka *TIA Portal* terbuka, pilih → *Create new project* → *startup* → *Create*. Beri nama, lokasi dan deskripsi *project* tersebut, seperti pada Gambar



Gambar 4.2 Halaman muka *TIA Portal* untuk membuat *project*

- c. Setelah *project* dibuat, lanjutkan ke *First steps* → *Configure a device*
- d. Pilih *device (PLC/HMI/PC System)* yang digunakan seperti pada Gambar 4.14. Untuk menambah *PLC CPU1214C DC/DC/DC* lakukan langkah berikut *Add new device* → *Controllers* → *Simatic S7-1200* → *CPU* → *CPU1214C DC/DC/DC* → *6ES7 214-1AG40-0XB0* → *Insert*



Gambar 4.3 *Add new device*

- e. Sekarang, tampilan *TIA Portal* akan otomatis berubah ke *project view* dengan layar *hardware/device configuration* seperti pada Gambar 4.3.

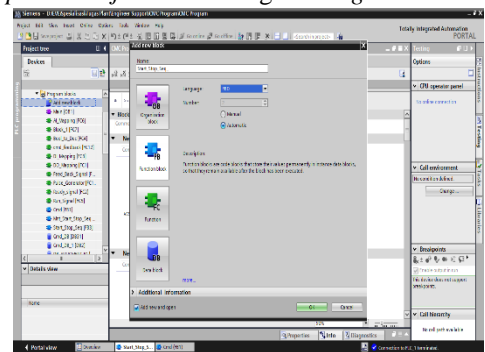
- f. Pada halaman ini, jika diperlukan modul lainnya dapat ditambahkan melalui *hardware catalog* (di bagian kanan layar

2. Pembuatan program *FBD* atau *LAD*

Setelah melakukan konfigurasi *hardware PLC* pada *TIA Portal* kemudian dapat dilakukan pembuatan program *FBD* atau *LAD* dengan terlebih dahulu membuat blok baru. Berikut langkah membuat blok baru dan pembuatan program.

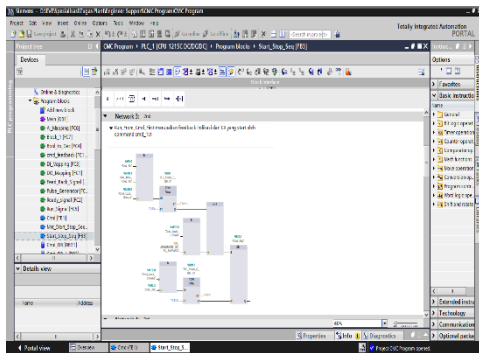
Pada panel sebelah kiri (*Project Tree*) → *PLC\_1* → *Program Blocks* → *Add new Blocks* akan muncul jendela *Add New Block*, pilih blok yang diinginkan. Contoh pada Gambar 4.15 menambahkan blok *Function* baru dengan nama *Start\_Stop\_Seq\_* dengan pilihan *Language FBD* (program *PLC* akan ditulis menggunakan *function block diagram*).

- a. Blok yang ditambahkan akan muncul pada *panel Project Tree* dibagian *Program Blocks*



Gambar 4.4 *Membuat blok baru*

- b. Kemudian klik ganda pada blok baru di *Project Tree*. *TIA Portal* akan membuka halaman baru berupa layar kerja tempat untuk menuliskan diagram tangga.
- c. Instruksi-instruksi fungsi untuk pemrograman terletak pada panel sebelah kanan, *user* tinggal *drag and drop* pada instruksi yang diinginkan ke layar kerja.
- d. Variabel lokal bisa dideklarasikan melalui panel diatas layar kerja utama.



Gambar 4.5 Layar kerja

D. Pengujian Sistem Kontrol *Bag Filter* 421-BF1 Berbasis *PLC S7 1200* Secara Keseluruhan

Pengujian sistem kontrol *bag filter* 421-BF1 secara keseluruhan dilakukan setelah dilakukan pengujian pada setiap bagian. Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan sebagaimana *bag filter* dalam kondisi operasi normal.

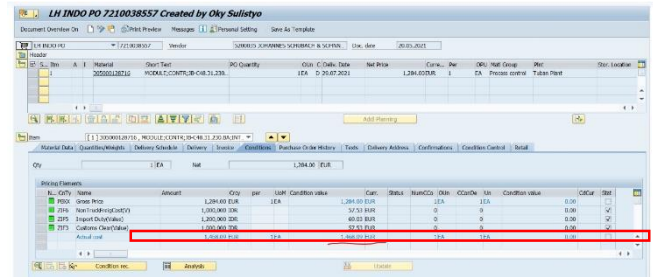
Pada proses pengujian ini dilakukan dengan beberapa kasus, diantaranya:

- a. Menekan tombol *stop* ketika sistem kontrol *bag filter* beroperasi dalam kondisi *auto CCR*.
- b. Memindahkan *selector switch* ke *mode auto*, *off* dan *local* serta disesuaikan dengan pembacaan *feedback* status sistem kontrol *bag filter* 421-BF1 yang ada di *faceplate CCR*.
- c. Menjalankan *program sequence open – close puppet valve* bersamaan dengan *sequence purging bag filter*.
- d. Melakukan *reset* ketika terjadi masalah pada program *sequence open – close puppet valve* tanpa meng-*interrupt* program *sequence purging bag filter* 421-BF1.

Hasil dari pengujian sistem kontrol *bag filter* 421-BF1 secara keseluruhan adalah normal dan *ready to use*.

F. Menghitung Besarnya Penurunan Biaya Pembelian Sistem Kontrol *Jet Bus*

Adanya kerusakan pada sistem kontrol *bag filter Jet Bus* pasti akan mengurangi *budget maintenance cost* karena perlu melakukan penggantian. Berikut harga pembelian sistem kontrol *Jet Bus* yang ada pada *SAP PT Solusi Bangun Indonesia Tbk*.



Gambar 4.6 Bukti harga pembelian sistem kontrol *Jet Bus*

Dari data tersebut tertulis bahwa pembelian sistem kontrol *Jet Bus* dengan harga Rp 24.331.542,09 untuk 1 set sistem kontrol. Sedangkan jika diganti menggunakan sistem kontrol *bag filter* berbasis *PLC* hanya membutuhkan biaya sebesar Rp 11.639.908,53. Sehingga dengan adanya pembuatan proyek penggantian sistem kontrol *bag filter* berbasis *PLC S7 1200* ini bisa menghemat biaya *maintenance cost* sebesar Rp12,691,633.56.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil tugas akhir perubahan sistem kontrol *Jet Bus* ke *PLC S7 1200* pada *bag filter* 421-BF1 PT Solusi Bangun Indonesia Pabrik Tuban didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem kontrol *bag filter* 421-BF1 dengan menggunakan *PLC S7 1200* mampu memudahkan tim produksi maupun tim *maintenance* untuk melakukan pengecekan kompartemen yang diindikasikan mengalami kerusakan pada *cloth bag* dengan lebih akurat.
2. Dari perbandingan perhitungan biaya pembuatan dan biaya pembelian sistem kontrol *bag filter* dengan menggunakan *PLC S7 1200* ini bisa menghemat biaya pembelian sistem kontrol *Jet Bus* baru sebesar Rp 12,691,633.56.

REFERENSI

- [1] A. H. Hoerudin, "Perancangan Bag House Filter/Fabric Filter," 12 03 2009. [Online]. Available: <https://agushoe.wordpress.com/2009/03/12/perancangan-bag-house-filterfabric-filter/>. [Accessed 11 Oktober 2022].
- [2] Kumar, A and et.al, "Evaluation of control strategiesfor industrial air pollution sourcesusing american meteorological society/environmental protection agencyregulatory model with simulated meteorology by weather research and forecasting model," *Journal of cleaner production* , vol. 116, pp. 110-117, 2015.
- [3] Direktorat Pengendalian Pencemaran Udara, "Peraturan Nasional," Ditjen Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan, 2017.
- [4] Intensive- Filter GmbH & Co.KG, Single row Filter (Assembly Instructions), Deutschland/Germany: GmbH & Co.KG, 2012.
- [5] Fadhli and R, Rancang Bangun Sistem Control ShutOff Valve Compartemen Bag Filter (561-BF1) Berbasis Arduino, Jakarta : Politeknik Negeri Jakarta , 2021.
- [6] Yunan and S, Dasar Sistem Kontrol Berbasis PLC, Jakarta : Seminyakkuta, 2006.
- [7] Gunawan and J, Perubahan Sistem Kontrol dari PLC ke DCS pada grup Bag Filter 563-BF1, Jakarta : Politeknik Negeri Jakarta , 2019.
- [8] Ayala, K and J, PLC Architecture,Programming,and Application, New York : West Publishing Company, 1997.



- [9] Ferdiansyah and Y.E, Manajemen Kendali Kompresor D 35 - CXGroup Berbasis PLC untuk meningkatkan Efisiensi Energi Listrik di area RMK Pabrik Tuban 2, Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta , 2020.
- [10] PT Solusi Bangun Indonesia, "System Application and Product in Data Processing," 2022.