

Rancang Bangun Sistem Kontrol Pengaduk Adonan Roti Bluder Otomatis Berbasis PLC Dan HMI

Andhika Putra Widyadharma
Program Studi Teknik
Komputer Kontrol
Politeknik Negeri Madiun
Kota Madiun, Indonesia
andhika@pnm.ac.id

Zulfi Ikhsan Arifudin
Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Madiun
Ngawi, Indonesia
zulfiikhsan1999@gmail.com

Budi Artono
Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Madiun
Kota Madiun, Indonesia
budiartono@pnm.ac.id

Yuli Prasetyo
Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Madiun
Kota Madiun, Indonesia
Yuliprasetyo2224@pnm.ac.id

Abstrak— Pada pembuatan roti bluder proses penakaran adonan sangat penting. Dengan takaran adonan yang pas dapat menghasilkan roti yang berkualitas. Salah satu perusahaan roti bluder di daerah Madiun masih menggunakan alat pengaduk adonan roti secara manual dan sederhana. Oleh karena itu dibutuhkan suatu alat yang bisa melakukan penakaran adonan roti bluder secara otomatis. Dari permasalahan tersebut dibuat suatu alat yang dapat melakukan penakaran dan pengadukan adonan secara otomatis. Salah satu metode yang digunakan untuk melakukan proses penakaran dan pengadukan secara otomatis ini dengan melakukan setting timer di PLC. Proses penakaran dilakukan dengan melakukan setting timer pada valve. Sedangkan proses pengadukan dilakukan dengan setting timer pada motor pengaduk yang kecepatannya akan diatur oleh VSD (Variable Speed Driver) yang terkoneksi dengan PLC. Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan pada proses penakaran adonan tepung menggunakan 2 motor DC untuk membuka dan menutup selama beberapa tahap. Input yang dimasukkan di dalam PLC harus dalam satuan bilangan genap. Pada valve gula diperlukan waktu minimal 24 detik dalam sekali proses buka dan tutup. Untuk penakaran air dapat diatur dengan memasukkan set point berupa setting waktu pada PLC. Set point yang dimasukkan berupa berat dari adonan yang diinginkan.

Kata kunci— *PLC (Programable Logic Controller), Valve, VSD (Variable Speed Driver).*

I. PENDAHULUAN

Pada pembuatan bluder proses penakaran adonan sangat penting. Dengan takaran adonan yang pas dapat menghasilkan roti yang berkualitas. Salah satu perusahaan roti bluder di daerah Madiun masih menggunakan alat pengaduk adonan roti secara manual dan sederhana.

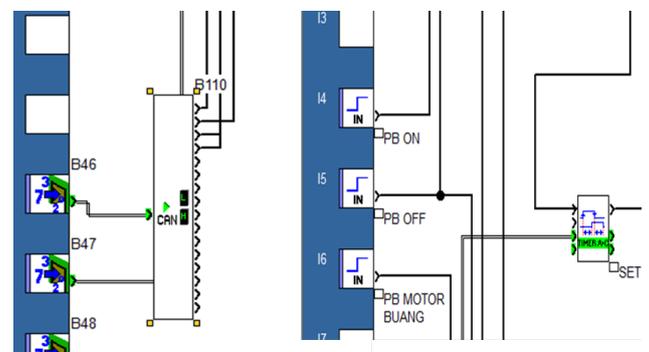
Oleh karena itu dibutuhkan suatu alat yang bisa melakukan penakaran adonan roti bluder secara otomatis. Alat pengaduk roti bluder otomatis berbasis PLC dan HMI ini bisa menjadi solusi untuk pembuatan adonan roti bluder yang pas sesuai takaran. Proses penakaran menggunakan sensor berat dan valve. Mesin dirancang agar bisa melakukan proses pengadukan secara otomatis menggunakan PLC. Mulai dari proses penakaran tepung terigu, gula pasir halus dan air. Sehingga adonan roti bluder bisa memiliki komposisi yang pas.

Pada saat sistem dinyalakan valve tepung terbuka sampai set point terpenuhi. Setelah set point terpenuhi valve tepung akan tertutup. Selanjutnya valve gula halus terbuka sampai set point terpenuhi. Kemudian apabila set point sudah terpenuhi valve gula halus tertutup. Selanjutnya tepung dan gula masuk ke wadah alat pencampur dan valve air terbuka. Valve air terbuka selama set point yang sudah ditentukan. Motor pengaduk akan berputar sampai memenuhi set point dan akan berhenti.

II. METODOLOGI

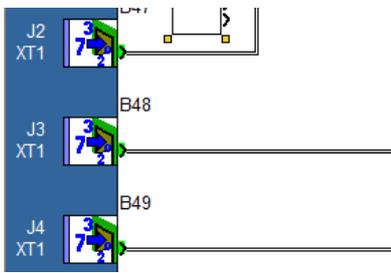
A. Pembuatan program pada *Zelio Smart Relay*

Pada tahap ini akan dijelaskan beberapa blok program, dijelaskan sebagai berikut :



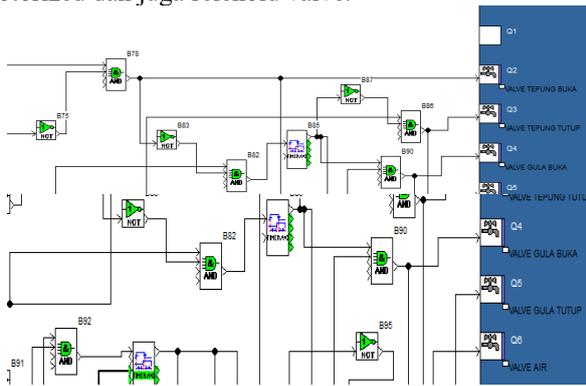
Gambar 1. Blok pembuatan push button

Pertama pembuatan program push button. Pada pembuatan push button menggunakan dua metode, yaitu bisa dari HMI maupun menggunakan push button ON dan OFF. Pembuatan program push button di HMI, input interger ditaruh pada J1XT1 yang mana J1XT1 adalah inputan dari modbus yang memiliki data berupa bilangan word. Selanjutnya merubah bilangan word tersebut ke bilangan bit dengan cara menggunakan FBD word to bit conversion. Pada pembuatan push button ON dan OFF eksternal input menggunakan I4 sebagai push button ON, dan I5 sebagai push button OFF. Pada pembuatan program push button terdapat tambahan yaitu push button ON motor. Dimana fungsinya untuk menyalakan motor saat proses pengadukan sudah selesai agar adonan bisa dengan mudah dikeluarkan.



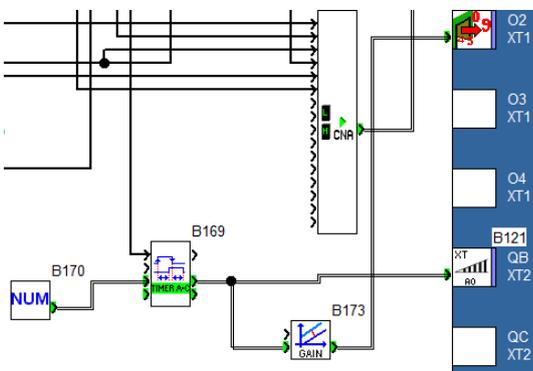
Gambar 2. Blok pembuatan set timer

Pertama pembuatan program setting timer. Program setting timer dengan menggunakan logika AND, NOT dan OR digunakan untuk mensetting penyalan dari valve. Timer yang digunakan adalah timer jenis timer A/C ext setpoint dan juga menggunakan timer biasa. Valve yang digunakan adalah ball valve motorized dan juga selenoid valve.



Gambar 3. Blok pembuatan setting valve

Pada pembuatan setting valve ini untuk setting valve tepung menggunakan fungsi counter yang ada di program PLC. Untuk pembuatan setting valve gula dan air menggunakan setting timer yang terdapat pada program PLC. Dengan menggunakan logika AND, OR, NOT sehingga bisa melakukan proses buka dan tutup secara otomatis.



Gambar 4. Blok pembuatan setting kecepatan motor

Pada pembuatan program setting motor digunakan fungsi timer yang dikombinasikan dengan fungsi NUM (numerical constant). Dimana timer disini digunakan untuk setting kecepatan dari. Kecepatan motor diatur dan di setting pada fungsi NUM (numerical constant). Penyalan dari motor menggunakan timer. Output yang digunakan adalah output integer yang terletak di QB XT2.

B. Desain HMI di software Vijeo Designer Basic 1.1



Gambar 5. Tampilan HMI

Gambar tersebut merupakan desain HMI. Pada pembuatan desain HMI terdapat tombol dan juga indikator yang digunakan untuk proses penakaran dan juga untuk memonitor semua proses dalam penakaran dan pengadukan adonan roti bluder. Di dalam desain HMI kita bisa menyalakan alat dengan menekan push button ON begitupun ketika mematikan alat dengan menekan tombol push button OFF. Untuk memasukkan set point tekan tombol set point, maka bisa diinputkan set point sesuai yang diinginkan. Ada juga indikator yang fungsinya untuk memonitor semua proses dalam pembuatan adonan roti bluder.

C. Perencanaan Desain Alat Keseluruhan

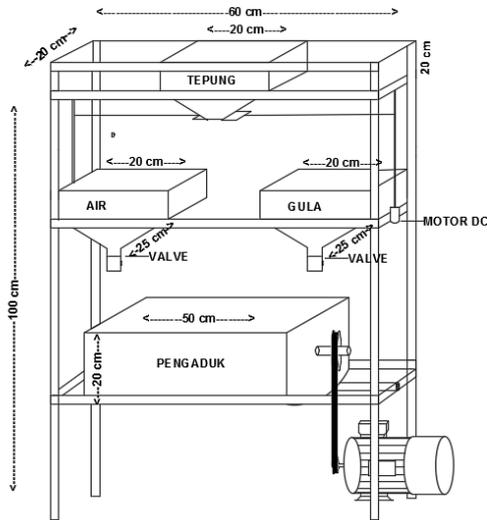
Berikut adalah hardware dari perancangan pengaduk adonan roti bluder otomatis yang dikendalikan motor 3 fasa menggunakan PLC dan HMI :



Gambar 6. Rangka alat

Dari rangka alat di atas terdapat 3 wadah yang digunakan sebagai tempat dari adonan roti bluder. Yang pertama adalah wadah tepung yang digunakan untuk proses penakaran adonan

tepung. Lalu wadah gula yang digunakan untuk penakaran adonan gula. Wadah air yang digunakan untuk penakaran dari air. Untuk pengaduk yang digunakan terbuat dari bahan stainless. Pengaduk akan digerakkan dengan menggunakan motor 3 fasa yang akan diatur kecepatannya dengan menggunakan VSD.



Gambar 7. Desain alat

Gambar tersebut merupakan desain dari pengaduk adonan roti bluder otomatis berbasis PLC dan HMI. Terdapat 3 wadah untuk tempat adonan. Wadah dibuat diatas pengaduk agar bisa melakukan penakaran secara otomatis menggunakan PLC. Untuk penggerak dari pengaduk menggunakan motor 3 fasa. Agar bisa menggerakkan pengaduk digunakan van belt sebagai penyambung antara motor pengaduk dan juga pengaduk adonan roti bluder. Berikut rincian ukuran dari alat :

- Tinggi Keseluruhan : 100 cm
- Lebar Keseluruhan : 60 cm
- Panjang wadah : 20 cm
- Lebar wadah : 20 cm
- Ukuran pipa valve gula: 1 dim
- Pipa valve air : 3/4 dim
- Panjang pengaduk : 50 cm
- Lebar pengaduk : 20 cm



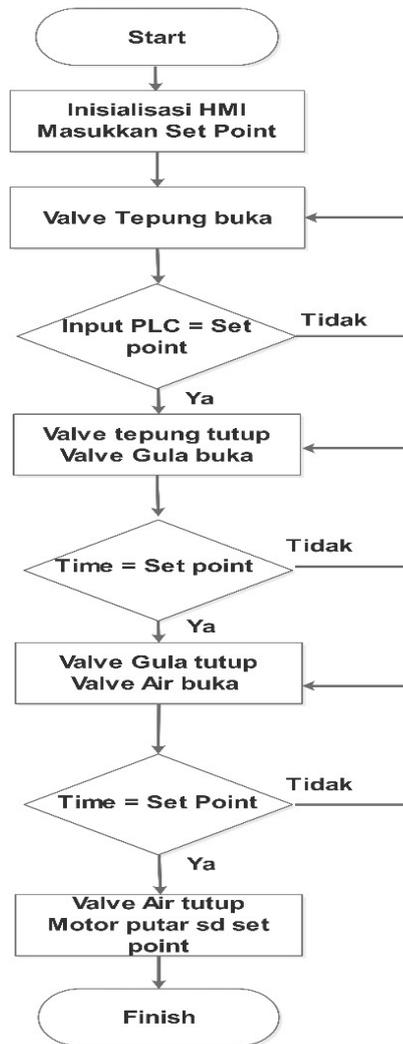
Gambar 8. Modul Trainer PLC

Gambar tersebut merupakan modul dari Trainer PLC. Dimana fungsi dari trainer PLC ini adalah untuk memudahkan

dalam melakukan kontrol otomatis pada pembuatan adonan roti bluder. Pada trainer ini terdapat PLC Zelio SR3B261BD dan juga terdapat HMI Schneider Magelis GXU3512 Ethernet Series.

- Rincian ukuran Hardware :
 - Panjang Keseluruhan : 65 cm
 - Lebar Keseluruhan : 35 cm
 - Tinggi Keseluruhan : 18 cm

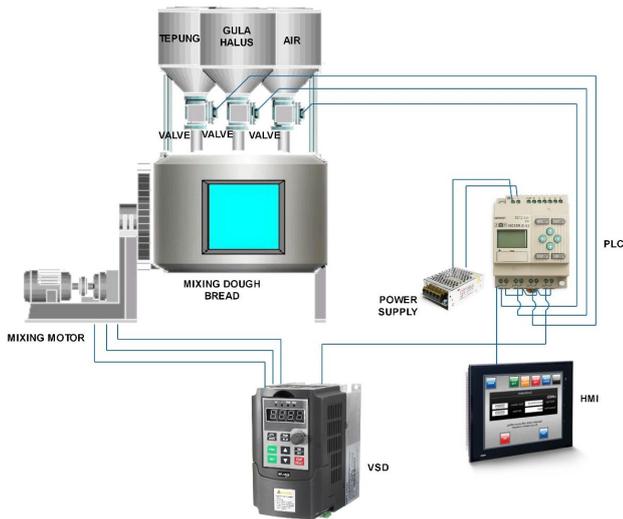
D. Flowchart



Gambar 9. Flowchart

Pada flowchart dijelaskan cara kerja dari sistem kontrol pengaduk adonan roti bluder otomatis. Mulai dari inisialisasi perangkat dan memasukkan set point lalu proses yang terjadi buka tutup valve secara otomatis sesuai set point. Sampai yang terakhir motor pengaduk menyala dan berhenti secara otomatis sesuai set point yang ditentukan.

E. Diagram Kerja



Gambar 10. Diagram Kerja

Pada diagram kerja ini dijelaskan sistem kontrol pengaduk adonan roti bluder otomatis menggunakan PLC dan HMI. Fungsi dari PLC sebagai otak pengendali seluruh rangkaian kontrol alat pengaduk adonan roti bluder. Alat juga dilengkapi dengan HMI yang fungsinya untuk memasukkan set point dan juga untuk memonitor semua proses. Valve terdiri dari valve tepung, valve gula dan valve air yang fungsinya untuk melakukan proses penakaran adonan roti.

III. HASIL DAN ANALISA

Pengujian dilakukan dengan melakukan konversi waktu ke berat seperti berikut:

Tabel 1. Pengujian konversi waktu ke berat valve gula

WAKTU	KONDISI	BERAT
12 detik	Valve tutup sampai terbuka	40 gram
10 detik	Valve terbuka sepenuhnya	650 gram
12 detik	Valve dari buka sampai tutup	90 gram

Dari tabel pengujian konversi waktu ke berat valve gula dan data gula dengan perhitungan tersebut didapatkan beberapa data bahwa :

1. Diperlukan waktu 12 detik untuk dapat membuka valve sepenuhnya.
2. Pada saat pengujian kondisi awal sampai terbuka berat gula yang dihasilkan 40 gram.
3. Pada saat pengujian kondisi terbuka sampai tertutup berat gula yang dihasilkan 90 gram.
4. Pada kondisi valve terbuka sepenuhnya pada pengujian 10 detik penyalan valve menghasilkan adonan 650 gram. Berarti setiap detik dapat

dihasilkan 65 gram adonan dalam keadaan terbuka sepenuhnya. Hal ini didapatkan dari rumus Berat : Waktu untuk kedaan terbuka sepenuhnya.

5. Ketika menginginkan adonan gula sebanyak 500 gram, maka diperlukan waktu 30 detik. Ini didapatkan dari :

- 12 detik buka menghasilkan adonan 40 gram
- 12 detik tutup menghasilkan adonan 90 gram
- 6 detik menghasilkan adonan 390 gram

Jadi bisa dihasilkan adonan sekitar 520 mendekati 500 gram. Jadi sama halnya dengan menginputkan data 18 detik seperti pada tabel tersebut.



Gambar 11. Uji gula kondisi awal sampai buka

Gambar diatas merupakan data ujicoba penakaran valve gula menggunakan ball valve motorized. Dimana data yang ditampilkan adalah kondisi disaat valve belum terbuka sampai valve terbuka sepenuhnya.



Gambar 12. Uji gula kondisi buka sampai tutup

Gambar diatas merupakan data ujicoba penakaran valve gula menggunakan ball valve motorized. Dimana data yang ditampilkan adalah kondisi disaat valve terbuka sampai valve tertutup.



Gambar 13. Uji gula kondisi terbuka sepenuhnya

Gambar diatas merupakan data ujicoba penakaran *valve* gula menggunakan *ball valve motorized*. Dimana data yang ditampilkan adalah kondisi disaat *valve* terbuka sepenuhnya dan dilakukan uji selama waktu 10 detik.

Tabel 2. Pengujian konversi waktu ke berat *valve* gula

Berat (gr/kg)	Point Zelio	Tegangan terukur (V)
200 gram	4	0,18 Volt
300 gram	5	0,25 Volt
500 gram	9	0,37 Volt
1 kilo gram	18	0,73 Volt
2 kilo gram	36	1,40 Volt

Tabel diatas merupakan tabel pengujian untuk load cell yang digunakan untuk proses penakaran adonan tepung. Pada pengujian load cell didapatkan bahwa tegangan maksimal pada input analog smart relay zelio yaitu 10 Volt dengan konfigurasi 8 bit atau 255 poin, tegangan output sensor yaitu antara 0 - 5 Volt sehingga poin yang terbaca pada program zelio soft 2 hanya di angka 0 - 128, jadi untuk perhitungan ini hanya menggunakan poin 128 sebagai batas maksimalnya.

Berikut rumus perhitungan Load cell

$$\begin{aligned} R_{\text{poin}} &= \text{poin maks} - \text{poin min} \\ &= 128 - 0 \\ &= 128 \end{aligned}$$

Setelah nilai range poin diketahui maka perhitungan perbandingan antara poin di Zelio Soft 2 dengan berat barang sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{poin/kg} &= \frac{R_{\text{poin}}}{R_{\text{Berat}}} \\ &= \frac{128}{7} \\ &= 18,3 \text{ poin/Kg} \end{aligned}$$

Jika poin per kilogram sudah diketahui maka nilai minimal yang dapat terbaca oleh zelio soft 2 dalam satuan gram juga dapat dihitung, karena dalam program zelio soft 2, poin terkecil yang dapat dibaca adalah 1 poin, maka nilai yang dapat dibaca oleh zelio soft 2 dalam satuan gram adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{poin/gram} &= \frac{18}{\frac{1000}{1}} \\ &= 55,5 \end{aligned}$$

Jadi dalam poin terkecil didapat berat yaitu 55,5 gram dengan poin di nilai terendah yaitu 1 poin atau bisa dikatakan nilai akurasi dari pembacaan sensor load cell sebesar 55,5 gram.



Gambar 14. Pengujian *valve* tepung menggunakan Load Cell

Pada pengujian *valve* tepung digunakan setting counter yang ada di program PLC dengan kombinasi load cell agar didapatkan hasil yang lebih akurat. Load cell harus disambungkan dengan arduino uno dan output dari arduino ini tidak bisa langsung masuk di program PLC. Melainkan harus ada *Digital Analog Converter*. Fungsinya untuk mengubah sinyal digital menjadi sinyal analog. Karena input dari PLC yang bisa dibaca oleh program adalah input analog. Oleh karena itu diperlukan kalibrasi antara tegangan output dari Load Cell dengan program di PLC. Berikut data dan juga foto hasil kalibrasi sensor dan program.

Tabel 3. Pengujian konversi waktu ke volume *valve* air

VOLUME	WAKTU
435 cc	3 detik
815 cc	6 detik
1165 cc	9 detik



Gambar 17. Uji *valve* air 9 detik

Dari tabel pengujian konversi waktu ke volume *valve* air tersebut didapatkan beberapa data bahwa :

1. Setting waktu ini diperlukan untuk mengatur agar adonan tidak terlalu kental dan tidak terlalu cair.
2. Pada pengujian setiap 3 detik dapat menghasilkan air sekitar rata-rata 380 sd 400 cc air.
3. Jadi setiap detik dapat menghasilkan air sekitar rata-rata 130 cc.



Gambar 15. Uji *valve* air 3 detik

Gambar diatas merupakan data hasil pengujian dari *valve* air selama penyalaan 3 detik. Dari penyalaan 3 detik dapat dihasilkan air dengan volume 435 cc air.



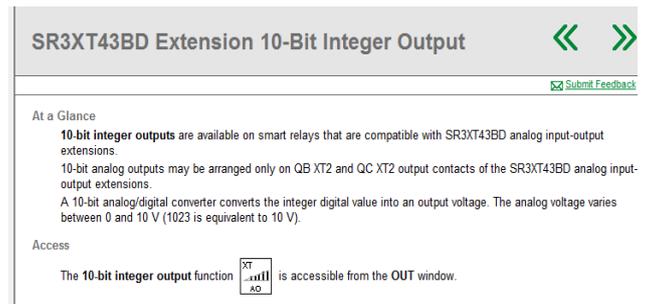
Gambar 16. Uji *valve* air 6 detik

Gambar diatas merupakan data hasil pengujian dari *valve* air selama penyalaan 6 detik. Dari penyalaan 6 detik dapat dihasilkan air dengan volume 815 cc yaitu dari penjumlahan kedua gelas ukur tersebut.

Gambar diatas merupakan data hasil pengujian dari *valve* air selama penyalaan 9 detik. Dari penyalaan 9 detik dapat dihasilkan air dengan volume 1165 cc yaitu dari penjumlahan kedua gelas ukur tersebut.

Dari tiga data pengujian tersebut didapatkan kesimpulan bahwa diperlukan waktu 12 detik untuk membuka *valve* gula, jadi minimal waktu yang diperlukan *valve* gula adalah untuk sekali proses buka tutup adalah 24 detik. Untuk *valve* tepung digunakan *valve* modifikasi menggunakan motor DC untuk proses buka tutup yang mana pada program PLC digunakan fungsi counter untuk proses buka dan tutup selama beberapa kali agar tepung bisa keluar dengan lancar. *Valve* air menggunakan selenoid *valve* dimana didapatkan hasil tiap detik penyalaan *valve* air menghasilkan volume air rata-rata sekitar 130 cc.

Pada Tugas akhir ini digunakan motor 3 fasa yang fungsinya sebagai pengaduk dari adonan roti bluder. Penyalaan motor diatur secara otomatis menggunakan PLC. Kecepatan motor juga di atur secara otomatis menggunakan VSD. Pada pengujian kali ini dilakukan pengujian kalibrasi motor 3 fasa dengan program PLC, agar bisa didapatkan kecepatan motor sesuai dengan yang diinginkan.

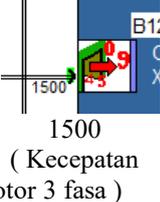
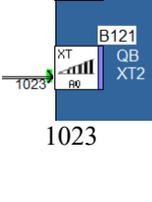
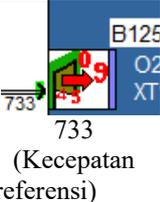
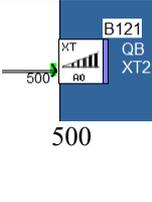
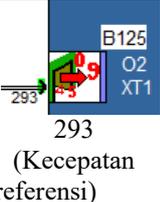
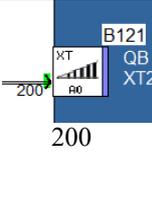
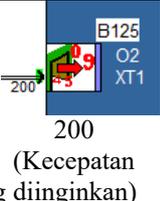
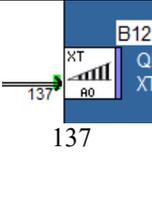


Gambar 18. Keterangan Analog Output PLC

Pengujian motor ini dilakukan untuk mengetahui berapa tegangan analog output dari PLC untuk nantinya output akan masuk ke VSD sebagai referensi kecepatan motor pengaduk. Motor yang digunakan yakni motor 3 fasa dengan daya 1 HP dan kecepatan referensi sebesar 1500 Rpm. Gambar diatas adalah gambar keterangan analog output pada PLC dan juga tabel kalibrasi antara output PLC dengan kecepatan motor. Menurut keterangan gambar dan spesifikasi dari analog output bisa menghasilkan tegangan output antara 0 sampai dengan 10 Volt. Angka numeric 1023 integer sama nilainya dengan 10 Volt pada alat ukur. Pada tabel dibawah ini ditampilkan kalibrasi data referensi output analog PLC dengan kecepatan

motor 3 fasa yang akan digunakan. Karena untuk pengadukan adonan roti, dibutuhkan kecepatan motor sebesar kurang lebih 200 Rpm. Oleh karena itu output berupa tegangan dari PLC nantinya akan menjadi input dari VSD.

Tabel 4. Kalibrasi motor dengan program di PLC

Kecepatan yang ditampilkan pada HMI (RPM)	Bilangan Integer	Tegangan terbaca pada alat ukur
 <p>1500 (Kecepatan Motor 3 fasa)</p>	 <p>1023</p>	 <p>10 Volt</p>
 <p>733 (Kecepatan referensi)</p>	 <p>500</p>	 <p>4,88 Volt</p>
 <p>293 (Kecepatan referensi)</p>	 <p>200</p>	 <p>1,95 Volt</p>
 <p>200 (Kecepatan yang diinginkan)</p>	 <p>137</p>	 <p>1,34 Volt</p>

Tabel diatas merupakan tabel pengujian kalibrasi antara motor pengaduk adonan roti bluder dengan program yang ada di PLC. Dimana output dari analog output PLC ini nanti akan diinputkan ke VSD untuk mengatur kecepatan motor pengaduk. Pada tabel diatas ditampilkan referensi kecepatan untuk motor pengaduk yang akan digunakan. Motor pengaduk yang digunakan yaitu motor 3 fasa dengan daya 1 HP dengan kecepatan putar 1500 Rpm. Kecepatan 1500 Rpm itu akan diubah atau diatur kecepatannya menjadi 200 Rpm dengan menggunakan VSD.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang dilakukan pada alat, maka dapat diambil kesimpulan :

1. Program PLC dapat berkomunikasi dengan HMI dengan baik

2. Proses penakaran adonan dilakukan secara otomatis dengan memasukkan indikator penyalaaan valve melalui HMI yang terkoneksi dengan PLC.
3. Proses penakaran tepung menggunakan valve yang dimodifikasi sendiri.
4. Proses pengadukan menggunakan motor yang di setting penyalaaannya secara otomatis menggunakan PLC.
5. Proses pengadukan harus menggunakan motor dengan torsi yang besar dan pada kecepatan 200 rpm.
6. Seluruh proses penakaran dan pengadukan adonan roti bluder dapat dimonitor melalui HMI

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Evalina, N., Abdul, H.A & Zulfikar. (2018). PENGATURAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER. Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- [2] Gurao, A., Keskar, A., Jadhav, M., Jadhav, P. & Mithari, R. (2017). HORIZONTAL AXIS ELECTRIC OPERATED CONCRETE MIXER. U.G. Student, Department of Mechanical Engineering, Bharati Vidyapeeth's College of Engineering, Kolhapur, Maharashtra, India.
- [3] Kusumawardani, R. & Sumiharto, R. (2015). RANCANG BANGUN SISTEM PENCAMPUR BAHAN MINUMAN BERSODA BERDASARKAN KADAR KEASAMAN BERBASIS PLC OMRON CP1H-XA40DR-A. FMIPA, Universitas Gadjah Mada.
- [4] Sumardi & Handoko, L. (2014). PERANCANGAN KONTROL OTOMATIS MESIN MIXER PENGADUK BAHAN PADA PERUSAHAAN MAKANAN DAN MINUMAN. Dosen Teknik Elektro UMT Mahasiswa Teknik Elektro UMT, Universitas Muhammadiyah Tangerang.
- [5] Priyati, A., Abdullah, S.H. & Putra, G.M.D. (2016). PENGARUH KECEPATAN PUTAR PENGADUKAN ADONAN TERHADAP SIFAT FISIK ROTI. Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram