

PERANCANGAN *HUMAN MACHINE INTERFACE* (HMI) PADA MESIN *SIZING* PT.APAC INTI CORPORA

Frangky Chandra^{*)}, Sumardi, Munawar Agus R

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}*E-mail: chandrafrangky@gmail.com*

Abstrak

Proses *sizing* merupakan salah satu proses yang penting dalam industri tekstil. Proses *sizing* berfungsi meningkatkan mutu benang dan memaksimalkan efisiensi proses penenunan. Untuk memperoleh hasil proses yang optimal, diperlukan sistem monitoring yang konstan dan pengontrolan yang akurat. Pada penelitian ini sistem HMI diaplikasikan pada sebuah plant *sizing* untuk menghasilkan pengontrolan plant yang akurat dan pemantauan plant yang kontinu. HMI dirancang menggunakan Microsoft Visual Studio C# 2010. Prototype plant *sizing* menggunakan 2 buah mikrokontroler Atmega8535 yang diprogram menggunakan CodeVision AVR 2.05. Komunikasi serial dengan kabel downloader K125R digunakan sebagai sarana komunikasi antara HMI dan mikrokontroler. Untuk penyimpanan data, digunakan basisdata Microsoft SQL Server dan SQL Server Management Studio sebagai media penyimpanan dan pengolahan basisdata. Microsoft Excel digunakan untuk menampilkan data yang diekspor dan laporan harian.. Berdasarkan pengujian yang dijalankan, dapat disimpulkan sistem HMI bekerja dengan baik. Pada pengujian pengontrolan plant, terbukti sistem kontrol HMI dapat bekerja dengan baik. Pada pengujian delay diperoleh adanya delay rata-rata sebesar 7 ms. Pada pengujian sistem monitoring HMI dapat memantau plant dengan akurat. Pada pengujian basisdata semua informasi yang dibutuhkan dapat disimpan dengan baik. Pada pengujian ekspor data dan laporan harian, kedua fungsi tersebut terbukti telah berjalan dengan baik.

Kata kunci: Proses sizing, HMI, Basisdata, Microsoft Visual Studio, ATmega8535

Abstract

Sizing process is one of the most important process in textile industry. *Sizing* process aim to enhance the quality of the yarn and to attain maximum weaving efficiency. To achieve optimal result, continuous process monitoring and accurate control process is needed. In this study, HMI system is applied to a *sizing* plant to achieve constant process monitoring and accurate control processes. HMI designed with Microsoft Visual Studio C# 2010.. The plant utilize 2 ATmega8535 microcontrollers programmed using CodeVision AVR 2.05. Serial Communication using K125 downloader cable is used to achieve communication between HMI and microcontroler. For data storage, Microsoft SQL Server and SQL Server Management Studio are used as means to store and process data. Microsoft Excel is used to present both exported data and daily report. Based on the tests carried out, it can be inferred that the HMI system work properly. In the control system testing, the HMI control system is proved to work properly. In delay testing, the system obtained average delay of 7ms. In system monitoring testing, HMI is able to accurately monitor the plant. In database testing, all required information can be stored properly. In data export and daily report testing, both funtion are proved to work properly.

Keywords: Sizing Process, HMI, Database, Microsoft Visual Studio, ATmega8535

1. Pendahuluan

Proses *sizing* (penganjarian) adalah proses pemberian larutan kanji pada benang lusi dengan tujuan untuk meningkatkan daya tenun, memperbaiki rasa rabaan, memperbaiki mutu benang dari segi kekuatan, mulur,

ketahanan gesek, dan kelenturannya serta memindahkan benang-benang lusi tunggal dari beam warping ke beam *sizing* atau bisa disebut beam siap tenun[1]. Pada penelitian sebelumnya, didapatkan hasil pengamatan bahwa pada proses *sizing* banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan proses *sizing*, diantaranya

adalah suhu dan konsentrasi larutan kanji[2]. Proses *sizing* dapat memperoleh hasil yang optimum apabila proses *sizing* mendapatkan perhatian khusus dengan mengatur kecepatan, temperatur, tekanan rol pemeras, kedalaman rol perendam dan konsentrasi larutan kanji [2].

Untuk mewujudkan sistem kontrol dan pengawasan yang baik, sistem HMI (*Human Machine Interface*) diaplikasikan pada *plant*[3]. Dalam penelitian ini dirancang sebuah sistem HMI untuk pengawasan dan pengontrolan *plant sizing* yang didesain oleh Rahmat Rizeki[4]. Perangkat lunak *Microsoft Visual Studio 2010* dengan bahasa pemrograman C# digunakan untuk merancang HMI (*Human Machine Interface*). Komunikasi data yang digunakan merupakan komunikasi serial UART yang dimiliki mikrokontroler ATmega8535, dimana dua unit mikrokontroler ATmega8535 berfungsi sebagai *slave station*. Sistem HMI yang dirancang dapat mengontrol parameter dari *plant*, dan juga menampilkan besaran-besaran proses kontrol dari *plant*, seperti kecepatan motor, dan *moisture* benang. Semua data yang ditampilkan merupakan data real time dan dapat disimpan dalam bentuk basisdata dan dokumen *excel*.

2. Metode

2.1. Prinsip Kerja Sistem

Secara Keseluruhan sistem terdiri atas *beberapa* bagian yang dapat digambarkan pada blok diagram seperti Gambar 1. Berikut ini adalah deskripsi cara kerja mesin *Sizing* secara umum:

1. Sistem terdiri dari dua bagian yaitu bagian *plant* (perangkat keras) dan bagian aplikasi (perangkat lunak).
2. Proses dimulai dengan *user* menekan tombol pilihan mode manual atau otomatis pada *plant* di lapangan atau di aplikasi HMI.
3. Selanjutnya *user* mengatur parameter sesuai dengan mode yang dipilih, lalu dengan menekan tombol *apply*, parameter akan terkirim ke *plant*.
4. Setelah parameter terkirim, akan muncul tampilan konfirmasi untuk memulai proses. *User* dapat menekan *start* untuk memulai proses pemanasan *heater* atau menekan tombol *reset* untuk membatalkan proses.
5. Setelah proses pemanasan *heater* selesai, maka motor akan mulai berputar dan proses *sizing* dimulai, proses ini dapat dibatalkan juga dengan tombol *reset*.
6. Selama *plant* terhubung dengan HMI melalui *serialport*, maka *plant* akan mengirimkan status komponen dan pembacaan sensor.

2.2. Perancangan SCADA

Perancangan SCADA menggunakan *software Visual Studio C# 2010* dan *CodeVisionAVR*. Dalam perancangan SCADA, *software Visual Studio C# 2010* digunakan

untuk mendesain tampilan HMI dan penulisan basisdata SQL. *Visual Studio C#* dan *CodeVisionAVR* juga digunakan untuk mendesain protokol komunikasi data antara mikrokontroler dengan PC. Sistem SCADA pada Gambar 2 melakukan *monitoring* dan pengontrolan pada *plant* dalam 3 subbagian yaitu:

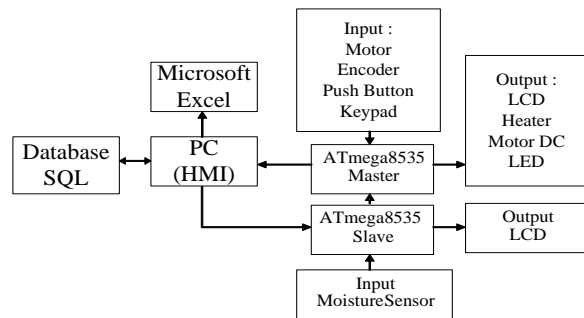
- Master Station
- Jalur komunikasi
- Slave Station

2.3. Perancangan Perangkat Lunak

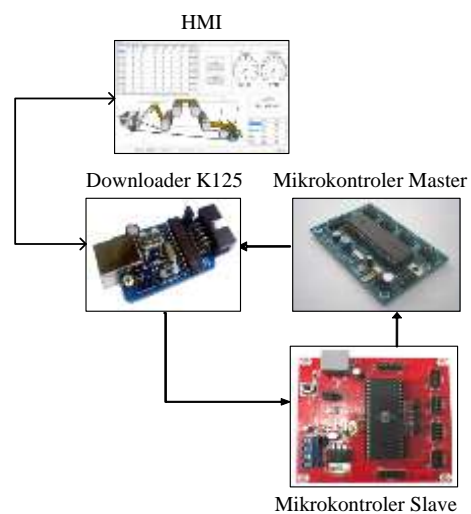
Perancangan perangkat lunak ini terdiri dari tiga bagian yaitu perancangan program HMI, perancangan komunikasi serial, dan perancangan basisdata.

2.3.1. Perancangan HMI

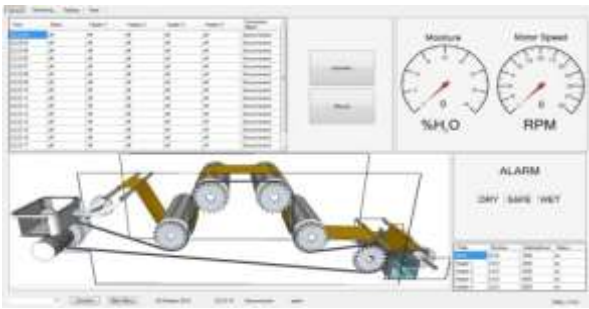
Pada halaman utama HMI dibagi menjadi beberapa *tab* dengan fungsi khusus masing - masing. *Tab* tersebut adalah *tab general* untuk fungsi umum *plant*, pengontrolan dan *alarm*, *tab history* untuk melihat grafik masukan HMI, *tab datalog* untuk melihat data dalam bentuk tabel, dan *tab parts* untuk melihat informasi mengenai komponen *plant*.



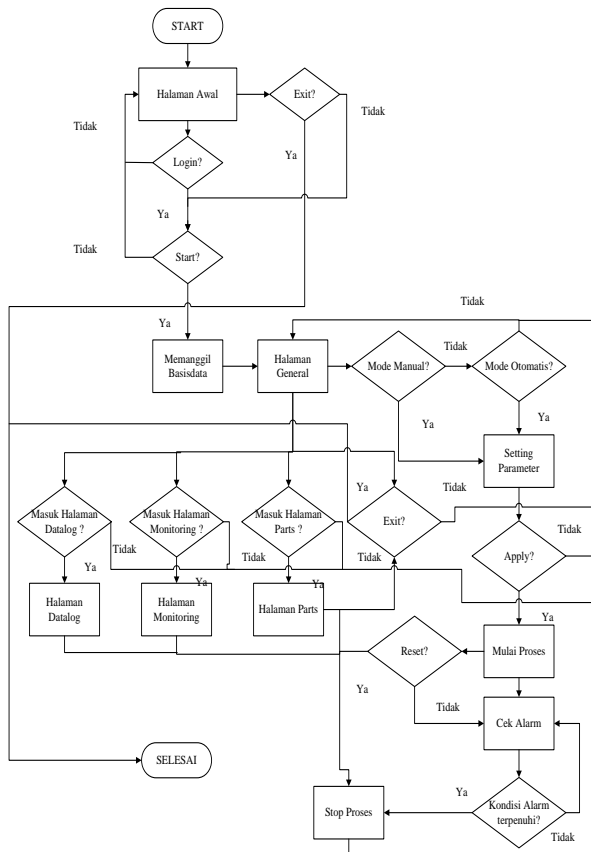
Gambar 1. Blok Diagram sistem keseluruhan



Gambar 2. Rancangan sistem SCADA



Gambar 3. Halaman utama



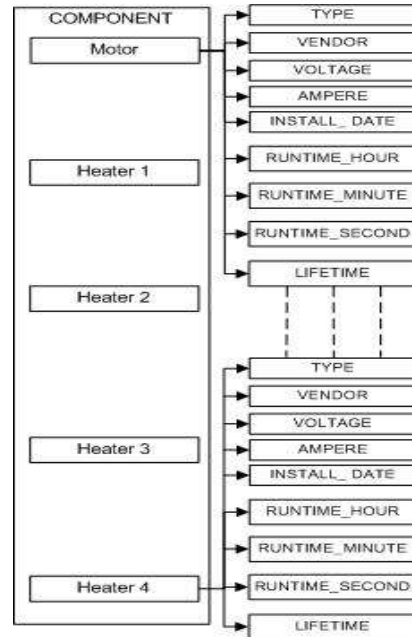
Gambar 4. Flowchart sistem keseluruhan

2.3.2. Perancangan Basisdata

Dalam merancang database perlu dilakukan normalisasi terhadap data yang akan diolah. Tujuan dari normalisasi adalah untuk mengurangi kompleksitas tabel dan menghilangkan duplikasi pada tabel. Pada penelitian ini akan dibuat sampai bentuk normal ketiga (3NF). Tahapan dalam membuat normalisasi adalah dengan membuat tabel tidak normal menjadi bentuk normal ke satu (1NF) kemudian dijadikan bentuk normal kedua (2NF) dan terakhir adalah bentuk normal ketiga (3NF). Untuk dapat membuat normalisasi kita perlu membuat diagram ketergantungan. Gambar 5 merupakan gambar diagram ketergantungan dari penelitian ini.

2.3.3. Perancangan Komunikasi Serial

Komunikasi serial pada perangkat lunak menggunakan fasilitas USART mode asinkron dengan *baudrate* sebesar 9600 bps, dengan parameter komunikasi 8 bit dan 1 stop bit tanpa parity bit. Komunikasi serial pada perancangan perangkat lunak ini terdiri dari penerimaan data serial, pengiriman data serial, dan komunikasi serial mikrokontroler.



Gambar 5. Diagram ketergantungan

3. Pengujian dan Analisa

3.1. Pengujian Sistem Pengontrolan

3.1.1. Pengujian Tombol Apply

Pengujian tombol *apply* dilakukan sebanyak tiga kali pada tiap mode. Tabel 1 memperlihatkan data pengujian tombol *apply* pada mode otomatis. Data pengujian tombol *apply* pada mode *custom* dan *manual* diperlihatkan pada Tabel 2 untuk parameter terkirim dan Tabel 3 untuk parameter yang diterima plant.

3.1.2. Pengujian Tombol Start

Pengujian tombol *start* dilakukan dengan menekan tombol *start* pada halaman pengontrolan. Penekanan pada tombol *start* akan mengakibatkan terkirimnya variabel *trigger2*. Pengujian akan dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap mode dengan indikasi keberhasilan berupa kondisi *heater* yang menyala. Tabel 4 menunjukkan data hasil pengujian tombol *start*.

3.1.3. Pengujian Tombol Reset

Pengujian tombol *reset* dilakukan dengan menekan tombol *reset* pada panel pengontrolan. Penekanan pada

tombol *reset* akan membatalkan proses *sizing* dan mengembalikan *state* ke *state* menu utama. Pada *state* menu utama motor akan berhenti berputar dan *heater* dalam keadaan mati. Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian sebanyak 3 kali pada setiap mode. Tabel 5 menunjukkan data hasil pengujian tombol *reset*.

3.2. Pengujian Delay

Pengujian *delay* dilakukan sebanyak 10 kali dengan menghitung waktu dari penekanan tombol *start* pada HMI sampai dengan kondisi *heater* menyala. Tabel 6 menunjukkan hasil dari pengujian *delay* yang telah dilakukan.

Tabel 1. Data pengujian tombol *apply* mode otomatis

Mode	Parameter yang dikirim		Parameter yang diterima	
	durasi	trigger	durasi	trigger
Otomatis High	5	p	5	p
Otomatis High	4	p	4	p
Otomatis High	3	p	3	p
Otomatis Medium	5	q	5	q
Otomatis Medium	4	q	4	q
Otomatis Medium	3	q	3	q
Otomatis Low	5	r	5	r
Otomatis Low	4	r	4	r
Otomatis Low	3	r	3	r

Tabel 2. Data pengujian tombol *apply* mode *custom* dan manual (parameter terkirim)

Mode	Parameter yang dikirim						
	heater	rpm	durasi	kp	ki	kd	trigger
custom	4	70	10	1	1	4	s
custom	2	60	2	1	1	4	s
custom	1	80	5	1	1	4	s
manual	4	80	10	1	1	4	s
manual	3	70	8	1	2	4	s
manual	1	50	11	1	2	5	s

Tabel 3. Data pengujian tombol *apply* mode *custom* dan manual (parameter diterima)

Mode	Parameter yang diterima						
	heater	rpm	durasi	kp	ki	kd	trigger
custom	4	70	10	1	1	4	s
custom	2	60	2	1	1	4	s
custom	1	80	5	1	1	4	s
manual	4	80	10	1	1	4	s
manual	3	70	8	1	2	4	s
manual	1	50	11	1	2	5	s

Tabel 4. Data pengujian tombol *start*

Mode	Pengujian ke-	Kondisi Heater
Otomatis High	1	On
	2	On
	3	On
Otomatis Medium	1	On
	2	On
	3	On
Otomatis Low	1	On
	2	On
	3	On

Custom	1	On
	2	On
	3	On
Manual	1	On
	2	On
	3	On

Tabel 5. Data pengujian tombol *reset*

Mode	Pengujian ke-	Kondisi Motor	Kondisi Heater
Otomatis High	1	Off	Off
	2	Off	Off
	3	Off	Off
Otomatis Medium	1	Off	Off
	2	Off	Off
	3	Off	Off
Otomatis Low	1	Off	Off
	2	Off	Off
	3	Off	Off
Custom	1	Off	Off
	2	Off	Off
	3	Off	Off
Manual	1	Off	Off
	2	Off	Off
	3	Off	Off

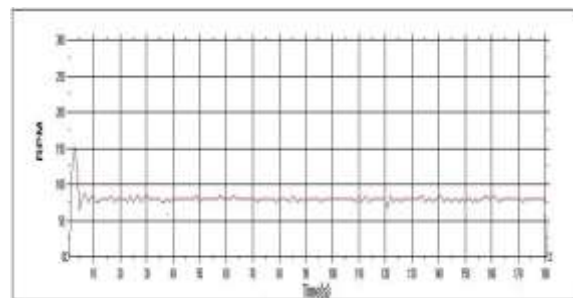
Tabel 6. Data pengujian delay

Pengujian ke -	Delay (ms)
1	4,5
2	9
3	5
4	11
5	3,5
6	13
7	3
8	5
9	7
10	9
Rata-Rata	7

3.3. Pengujian Sistem Monitoring

3.3.1. Pengujian Monitoring Kecepatan Motor

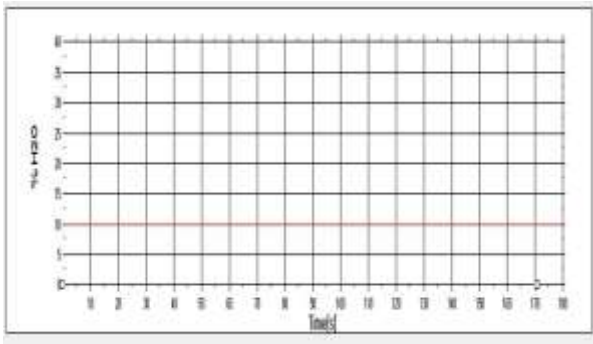
Pengujian *monitoring* kecepatan motor dilakukan dengan parameter waktu 3 menit, jumlah *heater* 3, *kp* 1, *ki* 1, *kd* 4 dengan kecepatan 80 rpm. Kecepatan motor dapat dimonitor melalui meteran, grafik, dan *datalog* sehingga akan dilakukan pengujian pada tiap komponen HMI tersebut. Gambar 6 memperlihatkan hasil pengujian pada grafik, dan Gambar 7 memperlihatkan hasil pengujian pada *datalog*.



Gambar 6. Hasil pengujian pada grafik kecepatan

Time	Moisture	Speed
2015-10-0...	10	80,8
2015-10-0...	10	80,8
2015-10-0...	10	84,84
2015-10-0...	10	76,76
2015-10-0...	10	80,8
2015-10-0...	10	80,8
2015-10-0...	10	84,84
2015-10-0...	10	80,8
2015-10-0...	10	80,8
2015-10-0...	10	80,8
2015-10-0...	10	76,76
2015-10-0...	10	80,8
2015-10-0...	10	80,8

Gambar 7. Hasil pengujian pada datalog kecepatan



Gambar 8. Hasil pengujian pada grafik moisture

Time	Moisture	Speed
2015-10-0...	10	0
2015-10-0...	10	0
2015-10-0...	10	0
2015-10-0...	10	0
2015-10-0...	10	0
2015-10-0...	10	0
2015-10-0...	10	0
2015-10-0...	10	0
2015-10-0...	10	0
2015-10-0...	10	0
2015-10-0...	10	0
2015-10-0...	10	0
2015-10-0...	10	0
2015-10-0...	10	0
2015-10-0...	10	0
2015-10-0...	10	0

Gambar 9. Hasil pengujian pada datalog moisture

3.3.2. Pengujian Monitoring Moisture Benang

Pengujian *monitoring moisture* benang dilakukan pada saat keadaan *plant standby* dengan pemberian benang

pada konduktor sensor. Gambar 8 memperlihatkan hasil pengujian pada grafik, dan Gambar 9 memperlihatkan hasil pengujian pada *datalog*.

3.3.3. Pengujian Monitoring Runtime Komponen

Pada pengujian *monitoring runtime* ini, akan dilakukan proses *sizing* dengan durasi 3 menit dengan jumlah *heater* aktif sebanyak 3 buah. Hasil pengujian *monitoring runtime* ditampilkan pada Tabel 7.

3.3.4. Pengujian Monitoring Alarm

Pada pengujian *monitoring alarm* proses, benang akan dibasahi sampai *moisture* melebihi batas dan proses dibatalkan. Proses akan dibatalkan jika kondisi *moisture* diatas 25 %. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali. Tabel 8 memperlihatkan data hasil pengujian *monitoring alarm*.

Tabel 7. Data pengujian monitoring runtime

Komponen	sebelum proses	setelah proses	durasi aktif
Motor	0:5:28	0:8:28	3 menit
Heater 1	0:6:34	0:9:51	3 menit 17 detik
Heater 2	0:6:9	0:9:26	3 menit 17 detik
Heater 3	0:6:9	0:9:26	3 menit 17 detik
Heater 4	0:6:9	0:6:9	0

Tabel 8. Data pengujian monitoring alarm proses

Pengujian ke-	Komponen	Kondisi pada Plant	Status pada HMI	Kondisi Alarm
1	Motor	Off	Off	aktif
	Heater 1	Off	Off	aktif
	Heater 2	Off	Off	aktif
	Heater 3	Off	Off	aktif
	Heater 4	Off	Off	aktif
2	Motor	Off	Off	aktif
	Heater 1	Off	Off	aktif
	Heater 2	Off	Off	aktif
	Heater 3	Off	Off	aktif
	Heater 4	Off	Off	aktif
3	Motor	Off	Off	aktif
	Heater 1	Off	Off	aktif
	Heater 2	Off	Off	aktif
	Heater 3	Off	Off	aktif
	Heater 4	Off	Off	aktif

Tabel 9. Data pengujian monitoring alarm proses

Pengujian ke-	Kondisi Motor	Status pada HMI	Kondisi Alarm
1	Off	Off	aktif
2	Off	Off	aktif
3	Off	Off	aktif

Pada pengujian *monitoring timeout* alarm, proses akan dijalankan dengan power supply motor yang dilepas sehingga motor akan mengalami gangguan. Tabel 9 memperlihatkan data hasil pengujian *monitoring timeout* alarm.

3.4. Pengujian Basisdata

Pengujian basisdata dilakukan pada ketiga tabel basisdata, yaitu tabel *componentdata*, tabel *dataserial*, dan tabel *datalogin*. Tabel *componentdata* berfungsi menyimpan data yang berkaitan dengan komponen. Pengujian tabel *componentdata* dilakukan dengan menjalankan proses lalu membandingkan data pada HMI dengan pada basisdata. Hasil pengujian tabel *componentdata* diperlihatkan pada Gambar 11.

Tabel *datalogin* berfungsi menyimpan data *username* dan *password*. Pengujian tabel *datalogin* dilakukan dengan menambahkan *username* dan *password* baru lalu membandingkan tabel sebelum dan sesudah penambahan *user*. Hasil pengujian tabel *datalogin* diperlihatkan pada Gambar 10.

Tabel *dataserial* berfungsi menyimpan data masukan serial HMI. Pengujian tabel *dataserial* dilakukan dengan menjalankan proses lalu membandingkan data pada HMI dengan pada basisdata. Hasil pengujian tabel *dataserial* diperlihatkan pada Gambar 12.

3.5. Pengujian Ekspor Data dan Laporan Harian

Pengujian dilakukan dengan menjalankan proses lalu menekan tombol *export* dan *daily report* pada HMI untuk membuat dokumen *excel* dan laporan harian. Data serial yang akan diekspor dan dibuat laporan diperlihatkan pada gambar 12. Hasil pengujian ekspor data dan laporan harian diperlihatkan Gambar 13 .

NAME	PASSWORD
1	admin
2	user1

Gambar 10. Tabel *datalogin* sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) penambahan user

Parta	RunTime	Lifetime/hour	Status	Type	Vendor	Voltage(V)	Current(A)	Inst. Date
Motor	0:13:52	1000	ok	DME38B	Orecon	12 V	2 A	9-10-2014
Heater 1	0:18:1	2500	ok	H22	Nippon Elec.	220 V	5 A	9-10-2014
Heater 2	0:18:36	2300	ok	H22	Nippon Elec.	220 V	5 A	9-10-2014
Heater 3	0:18:36	3000	ok	H22	Nippon Elec.	220 V	5 A	9-10-2014
Heater 4	0:18:36	3000	ok	H22	Nippon Elec.	220 V	5 A	9-10-2014

Gambar 11. Data komponen pada HMI (atas) dan basisdata (bawah) hasil pengujian

Time	Moisture	Speed	Motor	Heater 1	Heater 2	Heater 3	Heater 4	ConnectStatus	User
2015-10-27 09:27:21	76.7%	0	on	on	on	on	off	Connected	admin
2015-10-27 09:27:22	80.8	0	on	on	on	on	off	Connected	admin
2015-10-27 09:27:23	80.8	0	on	on	on	on	off	Connected	admin
2015-10-27 09:27:24	80.8	0	on	on	on	on	off	Connected	admin
2015-10-27 09:27:25	80.8	0	on	on	on	on	off	Connected	admin
2015-10-27 09:27:26	80.8	0	on	on	on	on	off	Connected	admin
2015-10-27 09:27:27	80.8	0	on	on	on	on	off	Connected	admin
2015-10-27 09:27:28	80.8	0	on	on	on	on	off	Connected	admin

Gambar 12. Data serial pada HMI yang akan diekspor dan dibuat laporan

Subardine	Moisture	Speed	Motor	Heater1	Heater2	Heater3	Heater4	ConnectStatus	Username
1	2015-10-27 09:27:21	76.7%	on	on	on	on	off	Connected	admin
1	2015-10-27 09:27:22	80.8	on	on	on	on	off	Connected	admin
1	2015-10-27 09:27:23	80.8	on	on	on	on	off	Connected	admin
1	2015-10-27 09:27:24	80.8	on	on	on	on	off	Connected	admin
1	2015-10-27 09:27:25	80.8	on	on	on	on	off	Connected	admin
1	2015-10-27 09:27:26	80.8	on	on	on	on	off	Connected	admin
1	2015-10-27 09:27:27	80.8	on	on	on	on	off	Connected	admin
1	2015-10-27 09:27:28	80.8	on	on	on	on	off	Connected	admin

Gambar 13. Data serial pada HMI (atas) dan basisdata (bawah) hasil pengujian

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pengujian system HMI yang dilakukan pada *prototype* mesin *sizing*, maka didapatkan kesimpulan bahwa aplikasi HMI yang didesain dapat berfungsi sebagai sistem pengontrolan *plant sizing* yang akurat dan sistem *monitoring* yang konstan pada proses *sizing* benang. Namun pada sistem *monitoring* terdapat *delay* waktu 1 detik pada pendeteksian kecepatan dan status motor. Berdasarkan pengujian sistem pengontrolan, tombol *start*, *apply*, dan *reset* telah berfungsi dengan baik. Dari 3 kali pengujian pada setiap mode, seluruh parameter yang dikirim ketika tombol ditekan dapat diterima oleh *plant*. Berdasarkan pengujian *delay*, diperoleh nilai rata-rata *delay* komunikasi dengan mikrokontroler sebesar 7 ms dengan *delay* paling besar selama 11 ms, dan paling kecil selama 3 ms. Pengujian *monitoring runtime* komponen menunjukkan bahwa sistem *monitoring runtime* komponen telah berjalan dengan baik. Pada pengujian alarm *moisture* sebanyak 3 kali, HMI dapat mendeteksi dan membatalkan proses *sizing* saat *moisture* benang melebihi 25%. Berdasarkan pengujian basisdata yang dilakukan, HMI dapat menyimpan data komponen pada tabel *componentdata*, data serial pada tabel *dataserial*, dan data login pada tabel *datalogin* dengan

data hasil penyimpanan pada basisdata sama dengan data pada HMI.

Referensi

- [1]. Saputra, O.D., *Aplikasi Sensor-Sensor Pada Proses Take Up Di HS20-II Spun Sizing Machine Di PT Primatexco Indonesia*, Laporan Kerja Praktek, Universitas Diponegoro, Semarang, 2011.
- [2]. Nursayidah, S., *Pengaruh Variasi Suhu Dan Konsentrasi Larutan Kanji Pada Proses Penganjian Benang Kapas Ne1 50S*, Skripsi S-1, Fakultas Teknologi Industri UII, Yogyakarta, Indonesia.
- [3]. Bailey, D. and E.Wright, *Practical SCADA for Industri*, Newnes, Australia, 2003.
- [4]. Rizeki, R., *Perancangan Sistem Kontrol Motor Berbasis Kontrol PID dengan Menggunakan Mikrokontroler Atmega8535 Pada Sizing Process Sistem Weaving I Greige Di Pt. Apac Inti Corpora*, Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2015.