

Sistem Pengendali Mesin Tenun GA615

Dwi Cahyo Mahardika¹, Deddy Susilo², Darmawan Utomo³

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer,
Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga
¹dwicahyomahardika91@gmail.com, ²deddy.susilo@staff.uksw.edu,

³Program Studi Sistem Komputer,
Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer,
Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga
darmawan@staff.uksw.edu

Ringkasan

Sistem pengendali mesin tenun GA615 ini dibuat dengan tujuan untuk mengganti sistem pengendali yang lama di PT. Panca Bintang Tunggal Sejahtera, karena banyak yang sudah tidak dapat bekerja dengan baik. Sistem yang diusulkan menggunakan mikrokontroler ATMEGA 328P sebagai pengendali utama. Cara kerja sistem adalah menunggu masukan dari operator melalui lima buah tombol yaitu maju, mundur, *jogging*, *start*, dan *stop*. Terdapat dua buah *proximity sensor* Autonics PR18-5DN untuk menentukan batas depan dan belakang. Tombol masukan dan *proximity sensor* tersebut diolah dalam sebuah mikrokontroler yang kemudian didapat keluaran untuk menggerakkan motor AC tiga fasa sebagai penggerak utama serta rem elektromagnetik sebagai komponen pengereman, melalui relay dan kontaktor. Pengujian sistem yang telah dilakukan sebanyak 30 kali, didapatkan prosentase keberhasilan untuk masing – masing tombol. Untuk tombol maju, mundur, *jogging*, dan *start* prosentase keberhasilan 100%. Sedangkan untuk tombol *stop* prosentase keberhasilan 93.33%, ini disebabkan respon sistem pengereman yang kurang cepat dalam melakukan pengereman saat putaran motor sangat cepat, sehingga saat berhenti masih terlalu maju.

Kata kunci: pengendali mesin tenun GA615, mikrokontroler, *proximity sensor*

1. Pendahuluan

Mesin merupakan perkakas untuk menggerakkan atau membuat sesuatu yang dijalankan dengan roda, digerakkan oleh tenaga manusia atau motor penggerak, menggunakan bahan bakar minyak atau tenaga alam. Sedangkan Tenun adalah hasil kerajinan yang berupa bahan (kain) yang dibuat dari benang seperti kapas dan sutra, dengan cara memasuk-masukkan pakan secara melintang pada lungsin. Sehingga, Mesin Tenun merupakan suatu alat yang digerakkan oleh motor penggerak atau tenaga manusia untuk menghasilkan suatu kerajinan yang berupa kain. Penunjang kemajuan di bidang industri adalah berkembangnya sistem kontrol untuk mengatur mesin-mesin yang digunakan dalam proses industri. Sistem kontrol ini berfungsi untuk memonitoring kondisi tertentu dalam rangkaian atau mesin tersebut supaya dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. PT. Panca Bintang Tunggal Sejahtera yang berlokasi di Manang, Grogol, Sukoharjo, merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang industri

tekstil. Contoh mesin tenun yang digunakan pada PT. Panca Bintang Tunggal Sejahtera dapat dilihat pada Gambar 1 (a) dan (b).



(a) (b)
Gambar 1. Mesin Tenun GA615 (a) Tampak belakang, (b) Tampak depan.

Untuk meningkatkan produktivitas, PT. Panca Bintang Tunggal Sejahtera telah mendatangkan sejumlah mesin tenun bertipe GA615 dari RRT sejumlah 192 mesin, tetapi sistem pengendali elektronika dari mesin tersebut banyak yang sudah tidak dapat berfungsi. Hanya ada 90 mesin yang masih dapat bekerja. Tidak disertakan skematiknya saat mendatangkan, menyebabkan sulit untuk dibenahi. Oleh karena itu, pada artikel ini akan dibuat sebuah sistem pengendali baru menggunakan mikrokontroler, yang mampu menggantikan sistem pengendali lama, tentunya dengan biaya yang tidak terlalu mahal. Sehingga produktivitas akan meningkat karena ada penambahan mesin tenun yang dapat berfungsi dengan biaya minimal.

Pembahasan dimulai dengan deskripsi sistem, meliputi cara kerja sistem, perancangan perangkat keras, dan perancangan perangkat lunak. Kemudian dilanjutkan dengan ilustrasi dan hasil pengujian dan diakhiri dengan kesimpulan.

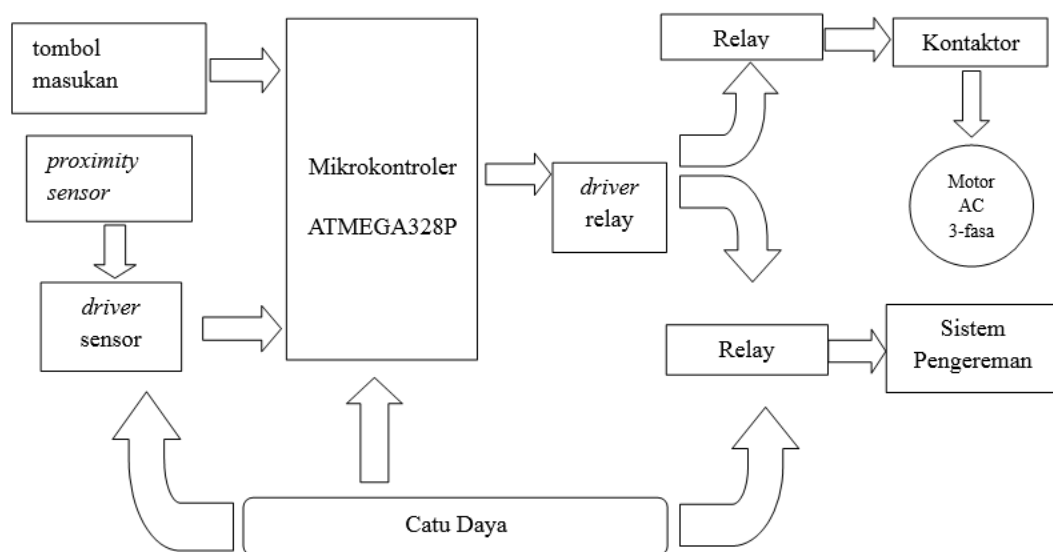
2. Deskripsi Sistem

Sistem pengendali mesin tenun GA615 terdiri dari beberapa masukan dan keluaran. Masukan terdiri dari 5 buah tombol dan 2 buah *proximity sensor*[1]. Sedangkan keluaran berupa relay dan kontaktor yang akan mengaktifkan motor AC tiga fasa sebagai penggerak utama serta sistem pengereman. Masukan ini kemudian diolah oleh mikrokontroler. Hasil dari olahan masukan tersebut digunakan untuk mengendalikan keluaran. Deskripsi sistem dapat dilihat pada diagram blok yang ditunjukkan pada Gambar 2.

2.1 Cara kerja sistem

Saat awal, sistem kelistrikan dihidupkan, kemudian setelah kelistrikan hidup, mesin siap digunakan. Mesin bekerja dengan cara menunggu penekanan tombol dari operator. Ada lima buah tombol, yaitu maju, mundur, *jogging*, *start*, *stop*, serta dua buah *proximity sensor*, yaitu sensor batas depan dan belakang.

Ketika ditekan tombol maju, maka motor akan berputar ke arah operator sejauh satu langkah, satu langkah ini ditentukan oleh pewaktuan. Tombol maju dapat ditekan selama sensor batas depan belum mendeteksi logam.



Gambar 2. Blok diagram sistem

Jika ditekan tombol mundur, maka motor akan berputar ke arah menjauhi operator sejauh satu langkah, satu langkah ini ditentukan dengan pewaktuan. Tombol mundur dapat ditekan selama sensor batas belakang belum mendeteksi logam.

Jika ditekan tombol *jogging*, maka sistem akan memeriksa sensor batas belakang sudah mendeteksi logam atau belum, jika sudah mendeteksi, maka motor langsung berputar sejauh satu putaran kembali lagi ke posisi semula, jika belum mendeteksi, maka operator diminta untuk menekan tombol mundur sampai sensor batas belakang mendeteksi logam.

Jika ditekan tombol *start*, maka sistem akan memeriksa sensor batas belakang sudah mendeteksi atau belum, jika sudah mendeteksi, maka motor dapat langsung berputar. Jika belum mendeteksi, maka diperlukan penekanan tombol mundur sampai sensor batas belakang mendeteksi.

Jika ditekan tombol *stop*, maka sistem akan memeriksa, motor dalam keadaan berputar ke depan atau tidak, jika motor dalam keadaan berputar, maka motor langsung dihentikan, lalu dilakukan pengereman saat sensor batas belakang mendeteksi.

Sistem pengereman, menggunakan sistem rem elektromagnetik, yang akan aktif ketika dipicu dengan tegangan 75-110 VDC. Dengan tujuan menghentikan putaran motor seketika itu juga.

2.2 Perancangan perangkat keras

Perancangan perangkat keras terdiri dari beberapa modul, yaitu modul mikrokontroler, tombol masukan, driver sensor, driver relay, serta pengkabelan kontaktor.

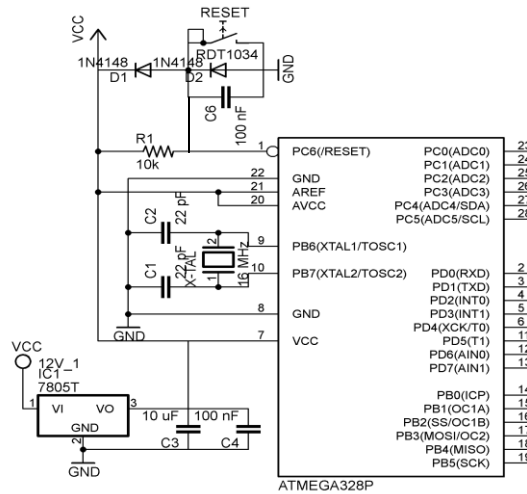
a. Modul Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan adalah ATMEGA328P, dengan untai pada Gambar 3.

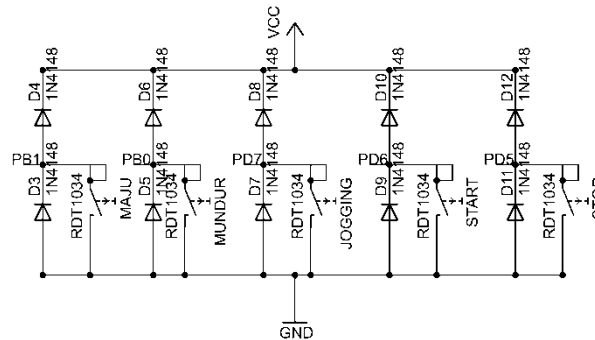
b. Tombol masukan

Pada modul tombol masukan, digunakan lima buah tombol bertipe *push-ON*. Kelima tombol tersebut adalah Tombol Maju, Mundur, *Jogging*, *Start* dan *Stop*. Masing – masing tombol ini terhubung ke pin mikrokontroler dengan konfigurasi

seperti pada Gambar 4. Dengan mengaktifkan fitur *internal pull-up* yang ada pada chip ATMEGA328P maka tidak perlu memakai resistor *pull-up* ataupun *pull-down*. Digunakan dioda pengaman untuk membatasi tegangan, jika mendapat tegangan negatif dari induksi/*spike*, maka akan dibuang ke *ground* melalui dioda D3, D5, D7, D9, dan D11, sedangkan jika mendapat tambahan tegangan, maka akan dibuang ke *vcc* melalui D4, D6, D8, D10, dan D12.



Gambar 3. Untai Modul Mikrokontroler.

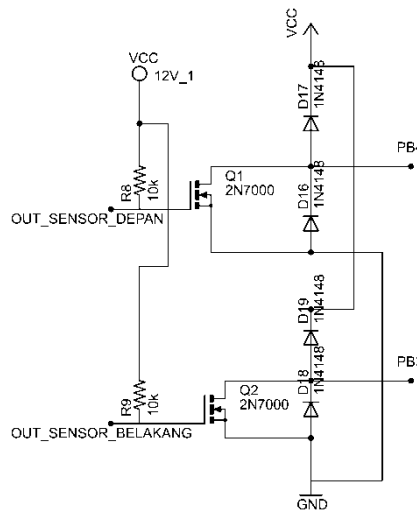


Gambar 4. Untai Tombol Masukan.

c. *Driver sensor*

Untuk membaca perubahan *state output proximity sensor*, digunakan *MOSFET N-channel* dengan seri 2N7000. *Output* dari sensor masuk ke kaki *Gate* MOSFET yang sudah diberi resistor *pull-up*, kemudian *input* ke mikrokontroler diambil dari *Drain* MOSFET menuju ke pin PB4(sensor depan) dan PB3(sensor belakang). Dengan mengaktifkan fitur *internal pull-up* yang ada pada chip ATMEGA328P maka tidak perlu memakai resistor *pull-up* ataupun *pull-down* pada kaki *input* mikrokontroler[2]. Saat sensor tak mendeteksi logam, tegangan pada kaki *Gate* ditarik ke 12V (*High*), ini menyebabkan *MOSFET* aktif, kemudian tegangan pada *Drain* ditarik ke *Ground* (*Low*) maka menghasilkan logika '0' pada *input* mikrokontroler. Kemudian, saat sensor mendeteksi logam, tegangan pada kaki *Gate* ditarik ke *Ground* (*Low*), ini menyebabkan *MOSFET* tidak aktif, kemudian tegangan pada *Drain* ditarik ke 5V (*High*) maka menghasilkan logika '1' pada *input* mikrokontroler. Digunakan dioda pengaman untuk membatasi tegangan, jika mendapat tegangan negatif dari induksi/*spike*, maka akan dibuang ke *ground* melalui

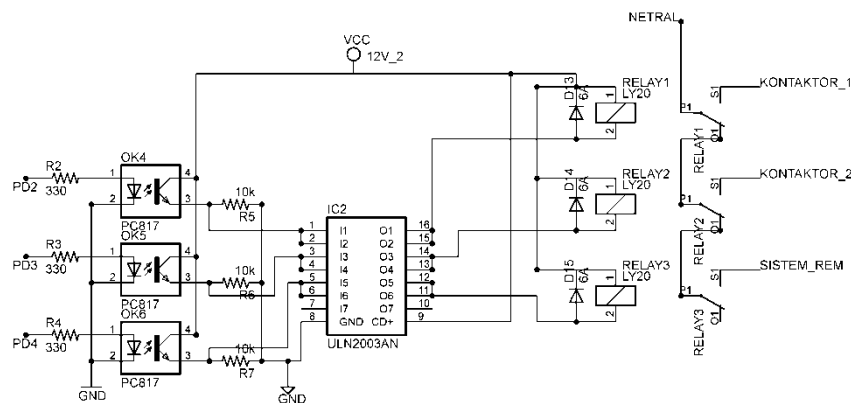
diode D16 dan D18, sedangkan jika mendapat tambahan tegangan, maka akan dibuang ke vcc melalui D17 dan D19.



Gambar 5. Untai Driver Sensor.

d. *Driver relay*

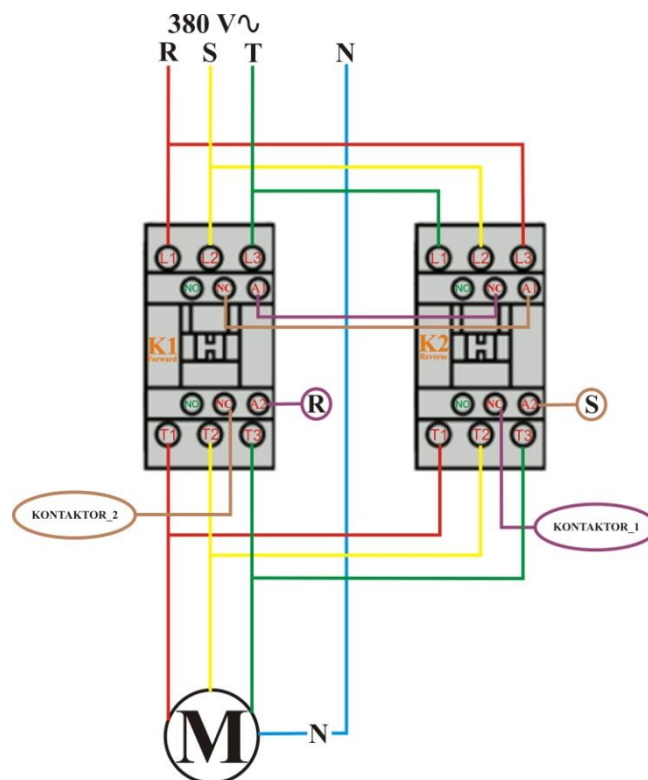
Pada modul *Driver Relay*, digunakan IC *Optocoupler* PC817 untuk mengisolasi rangkaian antara mikrokontroler dengan relay. Dapat dilihat pada Gambar 6, bahwa *ground*-nya terpisah/beda dengan *ground* pada Gambar 5, ini bertujuan untuk memisahkan *grounding* pada sistem mikrokontroler dengan sistem relay, supaya arus pada mikrokontroler tidak terganggu oleh relay. Sedangkan untuk menggerakkan relay, digunakan IC ULN2003A. *Output* dari mikrokontroler, yaitu port PD2, PD3, dan PD4 masuk ke *anoda* dari IC *Optocoupler*. Saat *input optocoupler high*, ini menyebabkan *phototransistor* aktif, maka menghasilkan logika *high* pada kaki *emitter*-nya. Kemudian saat *input optocoupler low*, ini menyebabkan *phototransistor* tidak aktif, maka menghasilkan logika *low* pada kaki *emitter*-nya yang mana *emiter* ini terhubung dengan IC ULN2003A pada sisi *input* sesuai yang tertampil pada Gambar 6. Ketika, *input* ULN2003A *high*, maka akan menghasilkan *output low*. Sedangkan saat *input* ULN2003A *low*, maka akan menghasilkan *output high*.



Gambar 6. Untai driver relay.

e. Pengkabelan kontaktor

Pengkabelan antara kontaktor dengan relay terdapat pada Gambar 7. Kontaktor yang digunakan merupakan produk dari *Schneider* seri *LC1D09M7*[3]. Kontaktor ini menggunakan tegangan koil 220 VAC. Pada Gambar 7, menggunakan dua buah kontaktor yang kemudian diberi nama K1 (*Forward*) dan K2 (*Reverse*). Label KONTAKTOR_1 dan KONTAKTOR_2 pada Gambar 7, terhubung dengan label KONTAKTOR_1 dan KONTAKTOR_2 pada Gambar 6. M merupakan Motor AC tiga fasa yang digunakan sebagai penggerak utama pada mesin tenun. R, S, T, merupakan sumber tegangan tiga fasa. N menunjukkan kabel Netral. Untuk mengaktifkan kontaktor maka diperlukan tegangan fasa dengan netral, karena kontaktor tersebut menggunakan koil 220 VAC pada pin A1 dan A2. Terdapat 2 buah kontak bantu yaitu *NO* (*Normally Open*), dan *NC* (*Normally Connect*). Pin A2 (K1) terhubung dengan tegangan sumber fasa R. Pin A2 (K2) terhubung dengan tegangan sumber fasa S. Pin A1 (K1) terhubung pada *NC* (K2), kemudian dari *NC* (K2) ini terhubung dengan relay-1 pada Gambar 6. Pin A1 (K2) terhubung pada *NC* (K1), kemudian dari *NC* (K1) ini terhubung dengan relay-2 pada Gambar 6. [4]



Gambar 7. Pengkabelan kontaktor.

2.3 Perancangan perangkat lunak

Perangkat lunak digunakan untuk mengendalikan seluruh operasi sistem. Perangkat lunak ditulis dan di-compile menggunakan *Arduino IDE 1.6.5* yang kemudian di tanamkan ke mikrokontroler. Pada bagian ini akan dibahas garis besar program sistem yang direpresentasikan melalui diagram alir.

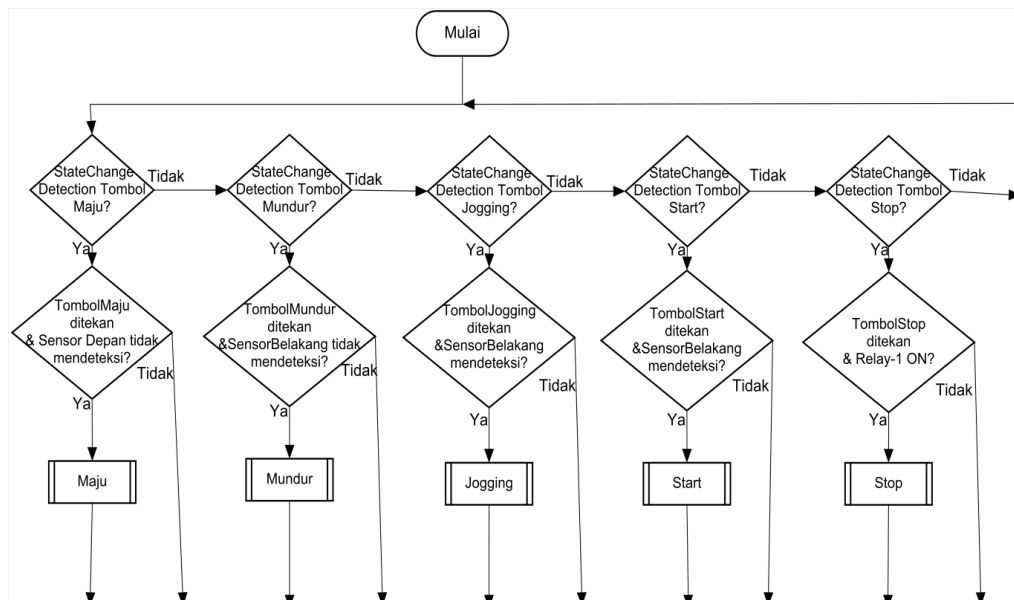
Untuk mengatur gerak dan pengereman motor, dibutuhkan tiga buah relay. Relay-1 merupakan relay yang digunakan untuk menghidupkan kontaktor arah maju (*Forward*),

Relay-2 merupakan relay yang digunakan untuk menghidupkan kontaktor arah mundur (*Reverse*), sedangkan Relay-3 merupakan relay yang digunakan untuk mengaktifkan Rem. Sedangkan untuk sensor *proximity* dibutuhkan dua buah sensor, Sensor Belakang merupakan sensor yang digunakan untuk mengetahui batas belakang. Sensor Depan, merupakan sensor yang digunakan untuk mengetahui batas depan.

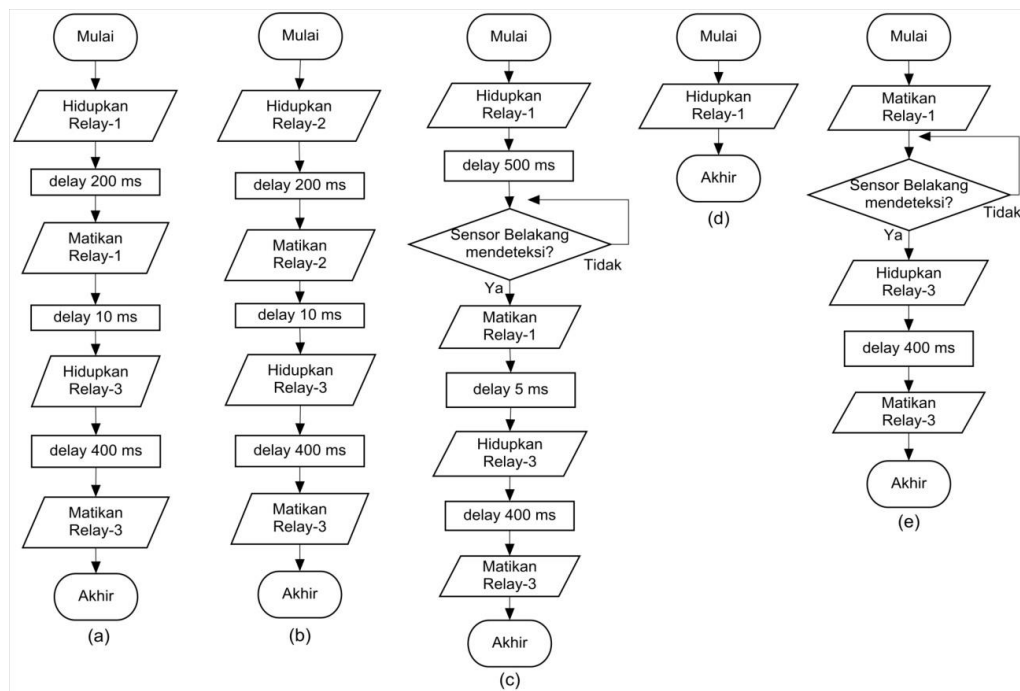
Proses kerja dari sistem pengendali mesin tenun dijelaskan sebagai berikut. Pada saat awal sistem dihidupkan, sistem menunggu masukan yang diberikan oleh operator dengan cara penekanan salah satu tombol. Masukan yang diberikan akan dibandingkan apakah Tombol Maju, Mundur, *Jogging*, *Start*, atau *Stop*.

- a. Jika ditekan Tombol Maju, maka sistem akan membandingkan, apakah Sensor Depan mendeteksi, jika ya, maka akan kembali meminta masukan, jika tidak, maka akan menjalankan subrutin maju.
- b. Jika ditekan Tombol Mundur, maka sistem akan membandingkan, apakah Sensor Belakang mendeteksi, jika ya, maka akan kembali meminta masukan, jika tidak, maka akan menjalankan subrutin mundur.
- c. Jika ditekan Tombol *Jogging*, maka sistem akan membandingkan, apakah Sensor Belakang mendeteksi, jika ya, maka akan menjalankan subrutin *jogging*, jika tidak, maka akan kembali meminta masukan.
- d. Jika ditekan Tombol *Start*, maka sistem akan membandingkan, apakah Sensor Belakang mendeteksi, jika ya, maka akan menjalankan subrutin *start*, jika tidak, maka akan kembali meminta masukan.
- e. Jika ditekan Tombol *Stop*, maka sistem akan membandingkan, apakah Relay-1 hidup, jika ya, maka akan menjalankan subrutin *stop*, jika tidak, maka akan kembali meminta masukan.

Diagram alir program utama ditunjukkan pada Gambar 8. Diagram alir untuk masing – masing tombol disajikan dalam Gambar 9.



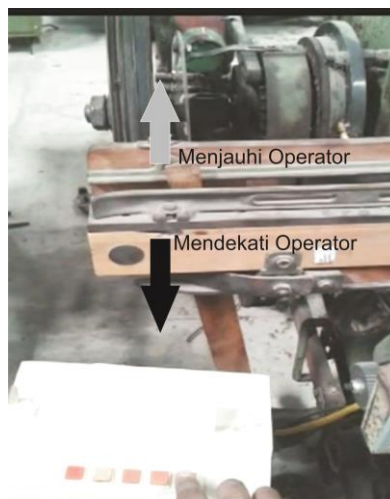
Gambar 8. Diagram alir program utama



Gambar 9. Diagram Alir Maju(a), Mundur(b), Jogging(c), Start(d), Stop(e)

3. Ilustrasi dan Hasil Pengujian

Ilustrasi pengujian bertujuan untuk memberi gambaran pada tiap *state*/posisi dari sensor *proximity* dan logam.



Gambar 10. Arah pergerakan motor.

Gambar 10, merupakan gambar arah pergerakan motor, ditunjukkan dengan anak panah. Anak panah yang berwarna hitam, menunjukkan pergerakan motor ke arah mendekati operator. Sedangkan anak panah yang berwarna abu – abu, menunjukkan pergerakan motor ke arah menjauhi operator.

Pada Gambar 11, bagian yang berwarna biru menunjukkan bahan logam yang nantinya akan dideteksi oleh sensor *proximity*. Bagian biru ini menempel pada lingkaran

warna kuning, warna kuning ini berotasi. Tanda panah menunjukkan arah rotasi bagian yang berwarna kuning dan biru yaitu ke arah maju/*forward*. Bagian lingkaran yang berwarna merah, merupakan sensor *proximity* yang digunakan. Sensor ini tidak ikut berotasi seperti warna biru dan kuning. Ada dua sensor, yaitu sensor batas depan (ditandai dengan nomor 1), dan sensor batas belakang (ditandai dengan nomor 2).

Gambar 11, menunjukkan kondisi sensor batas belakang (2) mendeteksi logam, berarti saat ini motor tidak dapat bergerak ke arah mundur lagi, karena sudah mencapai batas belakang. Tetapi masih dapat bergerak ke arah maju/mendekati operator. Selain itu, kondisi ini juga merupakan syarat Tombol Jogging dan Start agar dapat bekerja, yaitu sensor batas belakang (2) mendeteksi logam dan juga sebagai syarat berhenti yaitu harus pada saat sensor batas belakang (2) mendeteksi logam. Gambar 12, merupakan gambar kondisi nyata pada mesin untuk ilustrasi pertama.

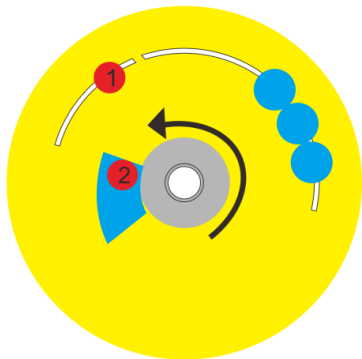
Gambar 13, menunjukkan kondisi kedua sensor tidak mendeteksi logam sama sekali, berarti saat ini dapat bergerak maju (mendekati operator) ataupun mundur (menjauhi operator), karena belum mencapai batas belakang/depan. Namun, pada kondisi ini, tombol jogging dan start tidak dapat bekerja sesuai prosedur, karena belum memenuhi persyaratan, seperti yang sudah dijelaskan pada bagian sebelumnya. Gambar 14, merupakan gambar kondisi nyata pada mesin untuk ilustrasi kedua.

Gambar 15, menunjukkan kondisi sensor batas depan mendeteksi logam, berarti saat ini motor tidak dapat bergerak ke arah maju (mendekati operator) lagi, karena sudah mencapai batas depan. Tetapi masih dapat bergerak ke arah mundur (menjauhi operator). Gambar 16, merupakan gambar kondisi nyata pada mesin untuk ilustrasi ketiga.

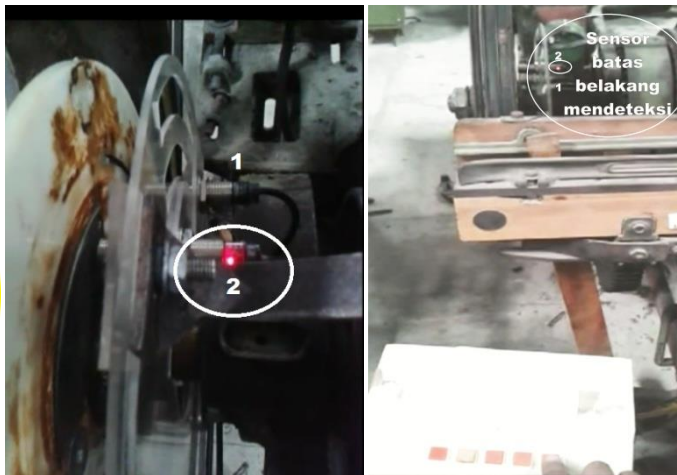
Hasil pengujian disajikan dalam Tabel 1. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan sebanyak 30 kali, didapatkan prosentase keberhasilan untuk masing – masing tombol, yaitu untuk tombol Maju, Mundur, *Jogging*, dan *Start* 100%, sedangkan untuk tombol *Stop*, didapatkan prosentase keberhasilan 93,33%, dikarenakan terjadi dua kali kegagalan dalam berhenti. Kegagalan ini disebabkan mikrokontroler terkena *spike* sesaat sebelum melakukan pengereman.

Tabel 1. Hasil Pengujian tiap tombol.

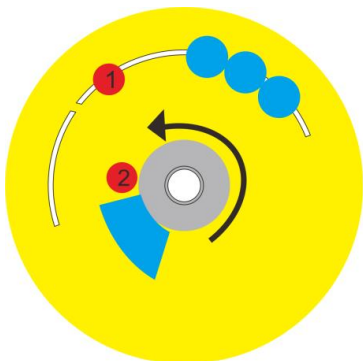
	Tombol Maju	Tombol Mundur	Tombol <i>Jogging</i>	Tombol <i>Start</i>	Tombol <i>Stop</i>
Jumlah Berhasil (√)	30	30	30	30	28
Jumlah Gagal (×)	0	0	0	0	2
Prosentase Keberhasilan	100%	100%	100%	100%	93,33%



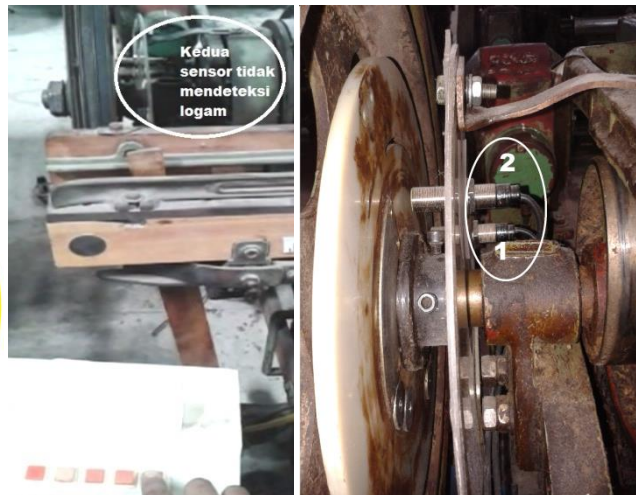
Gambar 11. Ilustrasi Pertama.



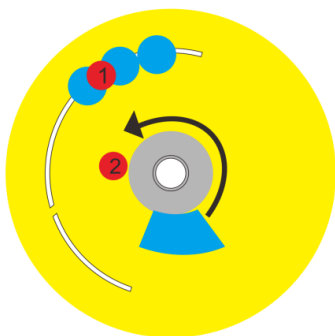
Gambar 12. Gambar nyata dari ilustrasi pertama.



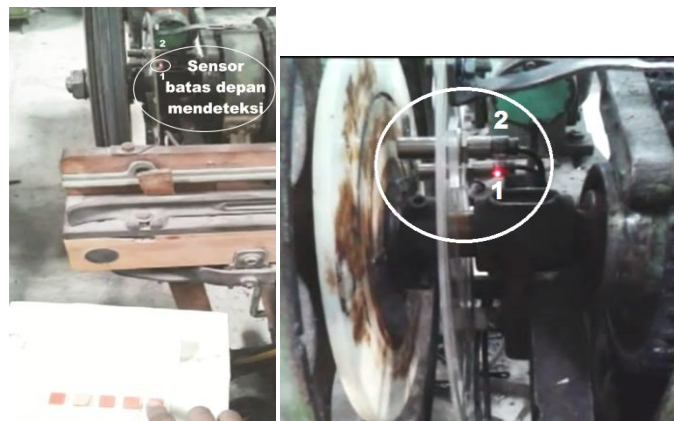
Gambar 13. Ilustrasi kedua.



Gambar 14. Gambar nyata ilustrasi kedua.



Gambar 15. Ilustrasi ketiga.



Gambar 16. Gambar nyata ilustrasi ketiga

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain :

1. Sistem dapat bekerja sesuai masukan tombol dari operator.
2. Dalam pengujian yang telah dilakukan sebanyak 30 kali, didapatkan prosentase keberhasilan untuk tiap tombol sebagai berikut,
 - a. Tombol Maju 100 %
 - b. Tombol Mundur 100 %
 - c. Tombol *Jogging* 100 %
 - d. Tombol *Start* 100 %
 - e. Tombol *Stop* 93,33 %
3. Tombol *Stop* didapatkan prosentase 93,33%, dikarenakan pada saat berhenti masih terlalu maju dari posisi seharusnya. Dalam 30 kali pengujian didapatkan 2 kali kegagalan dalam berhenti.
4. Sistem pengendali yang telah dirancang dapat diterapkan pada mesin tenun GA615 yang terdapat di PT. Panca Bintang Tunggal Sejahtera, namun mikrokontroler masih rawan terkena *spike* dari induksi motor AC tiga fasa.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim, "Cylindrical Type Proximity Sensor." Autonics, pp. 1–6.
- [2] Anonim, "8-bit AVR Microcontrollers ATmega328." Atmel Corporation, 1600 Technology Drive, San Jose, CA 95110 USA, pp. 1–444, 2016.
- [3] Anonim, "LC1D09M7 - TeSys D contactor - 3P(3 NO) - AC-3 - <= 440 V 9 A - 220 V AC coil." Schneider Electric, pp. 1–3, 2012.
- [4] Arochman, "Alat praktikum pengendali motor induksi tiga fasa untuk hubungan star delta dan berurutan," Tugas Akhir Program Diploma III Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang, 2013.

