

## Implementasi Dt-51 Minsys Sebagai Pengendali *Pony Binder* Di PT. Dian Rakyat 2 Pulogadung-Jakarta Timur

Diwantara Sebastian<sup>1</sup>, S. Ratna Sulistiyanti<sup>2</sup>, Syaiful Alam<sup>2</sup>

1. PT. Huawei Tech Investment, Ged BRI 2, Lt 22

Jl. Jend. Soedirman kav. 44-46 Jakarta 10210

2. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung

**Abstrak**--Telah berhasil dibuat di PT. Dian Rakyat 2 kawasan Industri Pulogadung Jakarta Timur, pengendali mesin pony binder dengan mengimplementasikan mikrokontroler DT-51 Minsys Ver 3.3. sebagai pengendali utama. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan membuat prototipe pengendali mesin pony binder. Dengan implementasi DT-51 MinSys Ver 3.3. sebagai pengendali, dapat mengurangi waktu yang diperlukan untuk memberikan informasi tentang masalah yang terjadi secara langsung pada tampilan LCD dan juga pengawasan yang memberikan informasi kondisi real tentang mesin melalui komputer dengan komunikasi serial.

Kata kunci: *DT-51 MinSys Ver 3.3, crocontroller, Serial Communication*

**Abstract**--Have been successfully made at PT. Dian Rakyat 2 Industrial Estate Pulogadung, East Jakarta, a microcontroller based controller for pony binder machine by implementing DT-51 MinSys Ver 3.3 as its main controller. By replacing the previous contactor based controller with microcontroller based controller there will be extra feature such as LCD display, serial communication and the ease in changing how the controller works. The method that was used in this research was making a prototype of the pony binder machine controller. By implementing DT-51 MinSys Ver 3.3 as its controller, we'll expect some improvement in pony binder machine reliability by reducing the time that was needed to fix it by giving the information about the current problem in LCD display and also ease the supervision by giving the real condition about the machine through computer by using serial communication.

**Keyword s:** *DT-51 MinSys Ver 3.3, crocontroller, Serial Communication*

---

Naskah ini diterima pada tanggal 17 September 2007, direvisi pada tanggal 8 Nopember 2007 dan disetujui untuk diterbitkan pada tanggal 1 Desember 2007

### A. Pendahuluan

Mesin *pony binder* merupakan salah satu mesin produksi yang dipergunakan oleh perusahaan percetakan PT. Dian Rakyat 2 yang terletak di Kawasan Industri Pulogadung, Jakarta Timur. Mesin ini berfungsi sebagai mesin penjilid buku, salah satu dari serangkaian mesin yang digunakan untuk menghadirkan buku ke tangan pembaca. Isi buku yang telah dicetak dan dilipat oleh mesin cetak seperti mesin cetak *Haris and Goss* kemudian disusun dengan rapi oleh pekerja borongan sehingga tiap-tiap halamannya tersusun dengan rapi. Kemudian mesin *pony binder* melakukan perannya, yaitu dengan cara menjilid satu persatu isi buku dengan rapi menggunakan mesin ini. Buku yang telah dijilid kemudian masuk ke mesin potong untuk dipotong dengan rapi hingga dapat dibaca dengan baik. Walaupun tergolong mesin tua, mesin ini merupakan salah satu mesin yang cukup diandalkan oleh PT. Dian Rakyat 2 untuk menjilid buku khususnya buku-buku pelajaran.

Sistem kendali yang diterapkan pada mesin ini awalnya adalah sistem kendali berbasis kontaktor. Kontaktor-kontaktor yang tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk suatu logika tertentu menjadikan mesin ini dapat dipergunakan dengan baik dan cukup diandalkan. Akan tetapi dengan perkembangan teknologi dan informasi saat ini dibutuhkan suatu sistem kendali yang dapat memberikan kemudahan dalam perawatan mesin *pony binder*, salah satu teknologi yang dicoba

untuk diterapkan sebagai pengendali mesin *pony binder* adalah mikrokontroler.

Pada tahun 1969, mikrokontroler mulai dikembangkan oleh perusahaan Intel. Berawal pada sebuah proyek untuk mengembangkan seperangkat chip sebagai kalkulator berkinerja tinggi yang dapat diprogram untuk Busicom, sebuah perusahaan Jepang, Marcian E. "Ted" Hoff, bersama Federico Faggin, Stan Mazor dan kawan-kawan mulai mengembangkan sebuah rancangan yang menggabungkan empat chip. Empat chip yang digabungkan adalah sebuah chip *central processing unit (CPU)*, sebuah chip *read-only memory (ROM)*, sebuah chip *random access memory (RAM)*, dan sebuah chip *shift-register* sebagai keluran dan masukan (*input* dan *output/IO*). Rancangan ini merupakan chip mikrokontroler pertama yang dinamakan oleh intel sebagai 4004 [computermuseum, 2000]. Hingga saat ini telah banyak mikrokontroler yang berada di pasaran dari berbagai *vendor* di antaranya Atmel (seri AT91, AT90, seri AT89 dan MARC4); Cypress MicroSystems (CY8C2xxxx (PSoC); Freescale Semiconductor (68HC05, 68HC08, 68HC11, 68HC12, 68HC16, Freescale DSP56800, Freescale 683XX, MPC500, MPC 860, MPC 8240/8250, MPC 8540/8555/8560); dan berbagai mikrokontroler lainnya yang dikeluarkan oleh perusahaan-perusahaan seperti Fujitsu, Holtek, Intel, Microchip, National Semiconductor, NEC, Philips Semiconductors, Renesas Tech. Corp (Renesas adalah perusahaan patungan Hitachi dan Mitsubishi.), STMicroelectronics, Texas Instruments, Western Design Center, Uvicom, Xilinx, ZiLOG dan sebagainya [Wikipedia, 2007].

Kinerja dari mikrokontroler pun telah banyak dibuktikan dalam pengendalian berbagai sistem, seperti sistem stasiun cuaca, robotika dan sebagainya. Penelitian

ini memanfaatkan kinerja mikrokontroler pada modul DT-51 MinSys ver 3.3 yang dikeluarkan oleh *Innovative Electronics* sebagai pengendali dari mesin jilid *pony binder* untuk menggantikan sistem kendali berbasis kontak yang telah digunakan sebelumnya.

## B. Tinjauan Pustaka

### DT-51 Minimum System Versi 3.3

DT-51 MinSys Ver 3.3 adalah alat yang dikembangkan oleh *Innovative Electronics* menggunakan mikrokontroler keluarga MCS-51 yang sederhana, handal, dan ekonomis. DT-51 MinSys Ver 3.3 berbentuk sistem minimum dengan komponen utamanya mikrokontroler AT89S51.



Gambar1. Tata letak DT-51 MinSys Ver 3.3.

Spesifikasi DT-51 MinSys Ver 3.3 adalah sebagai berikut :

- Berbasis mikrokontroler AT89S51 dengan standar industri
- Antar muka menggunakan *port* serial standar RS-232 untuk komunikasi antara komputer dengan modul DT-51 MinSys Ver 3.3
- 8 Kbytes memori *non-volatile* (EEPROM) untuk menyimpan program dan data
- 4 port *input output* (I/O) dengan kapasitas 8 bit setiap portnya
- Port *Liquid Crystal Display* (LCD) untuk keperluan tampilan
- Konektor ekspansi untuk menghubungkan DT-51 MinSys Ver 3.3 dengan *add on* modul yang kompatibel dari *Innovative Electronics* [3].

**Perfect Binder Model 3020 Pony**



Gambar 2. Mesin *pony binder*

*Perfect binder* model 3020 *pony* atau yang lebih dikenal dengan mesin *pony binder* merupakan mesin penjilid yang diproduksi oleh Muller Martini. Mesin ini berfungsi untuk menjilid lembaran-lembaran isi buku sehingga dihasilkan buku yang terjilid dengan kuat dan rapih. Mesin *pony binder* secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 2.

**Pengendali Mesin *Pony Binder***



Gambar 3. Pengendali suhu lem

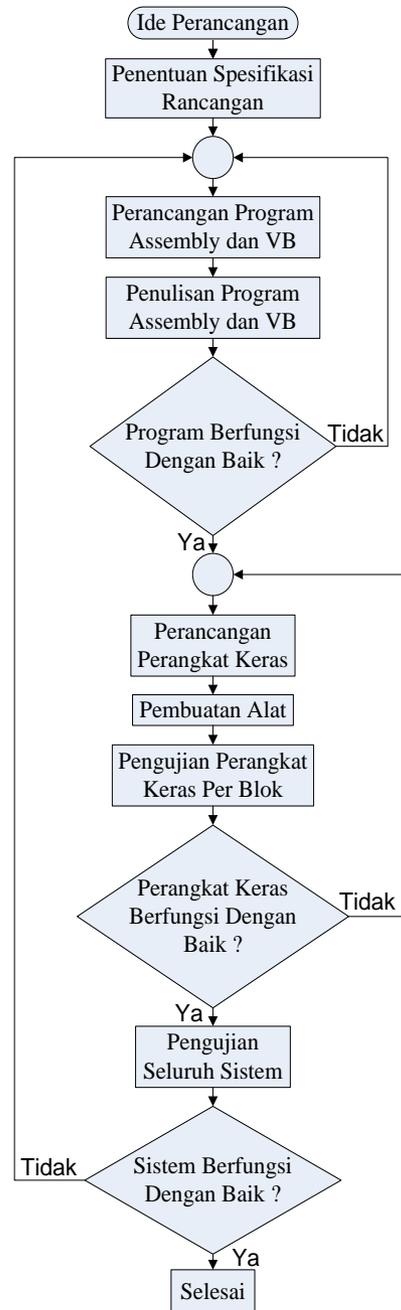
Pengendalian mesin *pony binder* secara umum terdiri atas dua bagian, yaitu pengendali suhu lem dan pengendali motor AC. Untuk pengendalian suhu lem digunakan pengendali suhu E5CST dari omron, sedangkan pengendalian motor AC dilakukan oleh panel kendali yang terdiri dari kontaktor dan saklar-saklar yang terhubung dengan kabel-kabel sehingga menyusun suatu *ladder diagram* yang

menentukan bagaimana motor-motor AC akan bekerja. Ilustrasi dari pengendali suhu lem E5CST dari omron dapat dilihat pada Gambar 3.

**C. Metode Penelitian**

**Tahapan Perancangan**

Seperti yang terlihat dalam diagram alir perancangan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir perancangan.

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah: 1 buah mesin *perfect binder* model 3020 *pony* (lebih dikenal sebagai mesin *pony binder*) buatan Muller Martini yang terdapat di PT. Dian Rakyat 2 Pulogadung–Jakarta Timur; catu daya AC 3 fasa dan DC +5 V, +9 V, +15 V, -15 V, dan +24 V; 3 buah termokopel tipe K; 2 buah DT-51 MinSys ver 3.3; 1 buah DT-51 I2C ADDA ver 2; 1 buah LCD 20x2 karakter yang sesuai dengan LCD *driver* HD44780 atau sejenisnya; 1 buah pemanas listrik 350 Watt; penguat operasional (Op-Amp), relay, kontaktor, *seven segment*, *pewaktu* analog, kipas AC 220 V dan komponen-komponen elektronika lainnya yang diperlukan; seperangkat komputer; termometer alkohol; *project board*, seperangkat alat sablon, seperangkat alat etching, bor PCB, solder IC, penyedot timah, timah dan perlengkapan lainnya yang mendukung pembuatan PCB; 1 buah multimeter digital; 1 buah tang ampere; 1 set tang, obeng, gergaji besi dan alat pertukangan lainnya.

### Spesifikasi Rancangan

Sistem yang akan dirancang merupakan perbaikan dari sistem yang telah ada sebelumnya. Mekanisme sistem kendali mesin *pony binder* secara umum dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu komunikasi data secara serial antara komputer dengan DT-51 dan pengendalian mesin *pony binder*. Komunikasi data secara serial antara komputer dan DT-51 harus dapat melakukan beberapa fungsi di bawah ini :

- Pengiriman data dari DT-51 ke komputer.
- Pengiriman data dari komputer ke DT-51
- Pemantauan status komunikasi (tersambung/terputus)

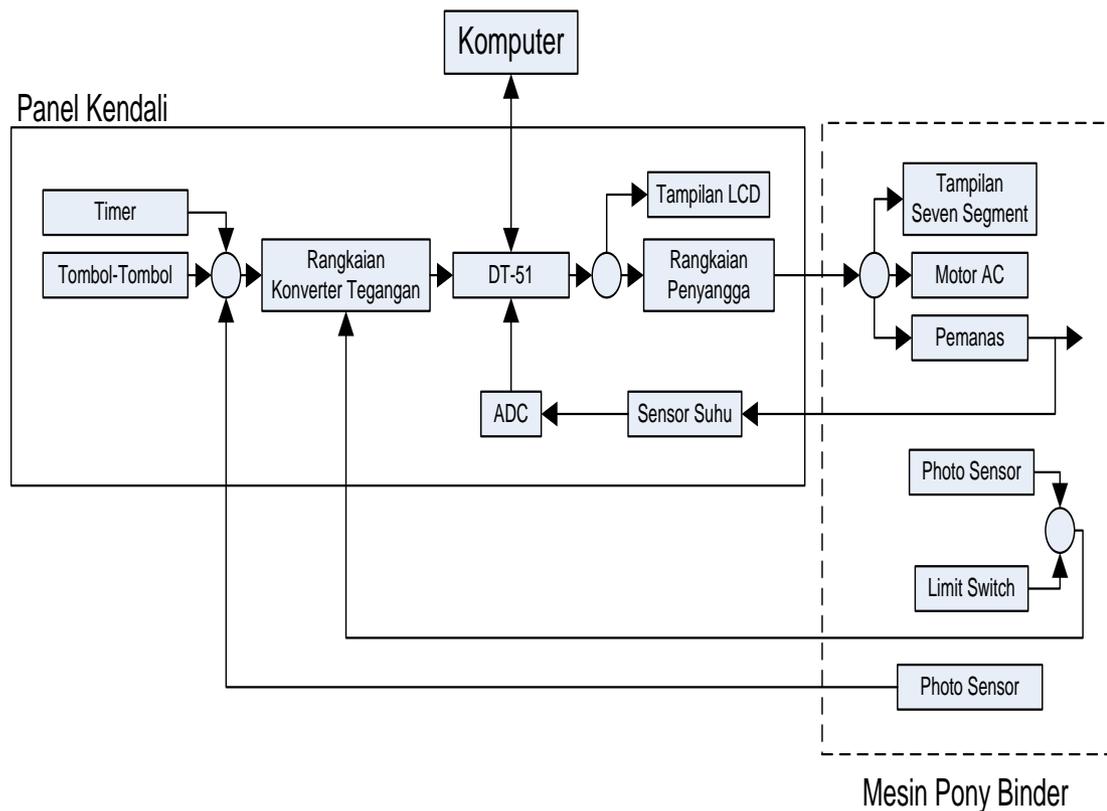
Sedangkan untuk pengendalian mesin *pony binder* harus dapat melakukan beberapa fungsi di bawah ini :

- Melakukan pengaturan suhu lem berdasarkan nilai pengaturan
- Memberikan kewenangan kepada operator untuk mengubah nilai pengaturan suhu lem
- Melakukan pengendalian aktif/tidaknya motor-motor AC 3 fasa, penanganan tombol-tombol pada panel kendali, saklar pengaman (*limitswitch*) berdasarkan cara kerja panel kendali mesin *pony binder* yang sebelumnya dan memberikan status kesiapan lem sebagai sebuah informasi kepada operator sekaligus sebagai syarat boleh berputarnya motor utama
- Menampilkan suhu lem pada masing-masing bak lem
- Menampilkan pesan galat pada LCD
- Menampilkan pencacah jumlah buku yang telah dijilid pada LCD
- Menampilkan kecepatan penjilidan pada LCD dan tampilan *seven segment*

### Diagram Blok Sistem

Sistem kendali mesin *pony binder* yang telah dibuat dapat diilustrasikan seperti Gambar 5.

Untuk pengendalian suhu lem, hasil pembacaan termokopel pada kedua bak lem akan dikonversi dengan kenaikan tegangan sebesar 10 mV untuk setiap kenaikan suhu sebesar 1°C. Tegangan hasil pembacaan termokopel yang telah diperkuat ini kemudian akan dicuplik menjadi bilangan digital oleh ADC. Hasil pencuplikkan ini pun kemudian dibaca oleh DT-51 dan ditampilkan pada layar LCD. Setelah disimpan pada memori, hasil pencuplikkan pembacaan suhu ini pun kemudian dibandingkan dengan nilai pengaturan yang telah ditetapkan, apabila suhu hasil pembacaan berada di bawah suhu pengaturan maka pemanas lem akan aktif dan begitu juga sebaliknya



Gambar 5. Diagram fungsional *pony binder control system*.

Untuk pengendalian motor utama, terdapat beberapa kondisi yang harus dipenuhi sebelum motor ini dapat diaktifkan, di antaranya:

1. Suhu lem telah sesuai dengan nilai pengaturan
2. Tombol berhenti darurat (*emergency stop*) dan *safety limitswitch* berada dalam kondisi kontak
3. Tombol tekan (*push button*) untuk mengaktifkan motor utama berada dalam kondisi kontak

Setelah kondisi-kondisi tersebut terpenuhi, barulah motor utama dapat diaktifkan. Dengan melakukan koneksi antara pengendali mesin *pony binder* dengan komputer melalui jalur komunikasi serial, seorang manajer bagian produksi pun bisa memantau dan merubah nilai pengaturan. Kecepatan penjilidan yang diindikasikan dengan kecepatan pemberian sampul pada buku, akan dihitung dan ditampilkan oleh

tampilan *seven segment*. Suhu hasil pembacaan, pencacah buku yang telah dijilid, pesan galat dan kecepatan penjilidan juga akan ditampilkan pada layar LCD.

#### Perancangan Antar Muka

Perancangan antar muka dilakukan dengan menggunakan dua bahasa pemrograman, pertama dengan menggunakan bahasa pemrograman tingkat rendah yaitu bahasa assembly untuk membuat antar muka *PBCS (Pony Binder Control System)* yang akan diisikan (*download*) ke DT-51. Sedangkan bahasa kedua yang digunakan merupakan suatu bahasa pemrograman tingkat tinggi yaitu bahasa pemrograman *Visual Basic versi 6* untuk membuat antar muka "Diwan", sebuah *graphical user interface (GUI)* pada komputer.

Perancangan antar muka *PBCS* dapat dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu :

- (1) Proses Persiapan Sistem
- (2) Proses Pembacaan Sensor Suhu
- (3) Proses Penampilan Hasil Pembacaan Sensor Suhu
- (4) Proses Pengendalian Pemanas Lem
- (5) Proses Penentuan Status Kesiapan Lem
- (6) Proses Pencacahan Buku
- (7) Proses Penanganan Pesan Galat
- (8) Proses Pengubahan Nilai Pengaturan
- (9) Proses Penanganan Tombol Tekan (Push Button)
- (10) Proses Penghitungan Kecepatan Penjilidan
- (11) Proses Komunikasi Serial

Pada perancangan antar muka diwan, terdapat beberapa fungsi utama yang harus terpenuhi yaitu :

- Pemantauan status komunikasi (tersambung/terputus)
- Meminta data dari DT-51
- Mengubah data nilai pengaturan suhu lem pada DT-51

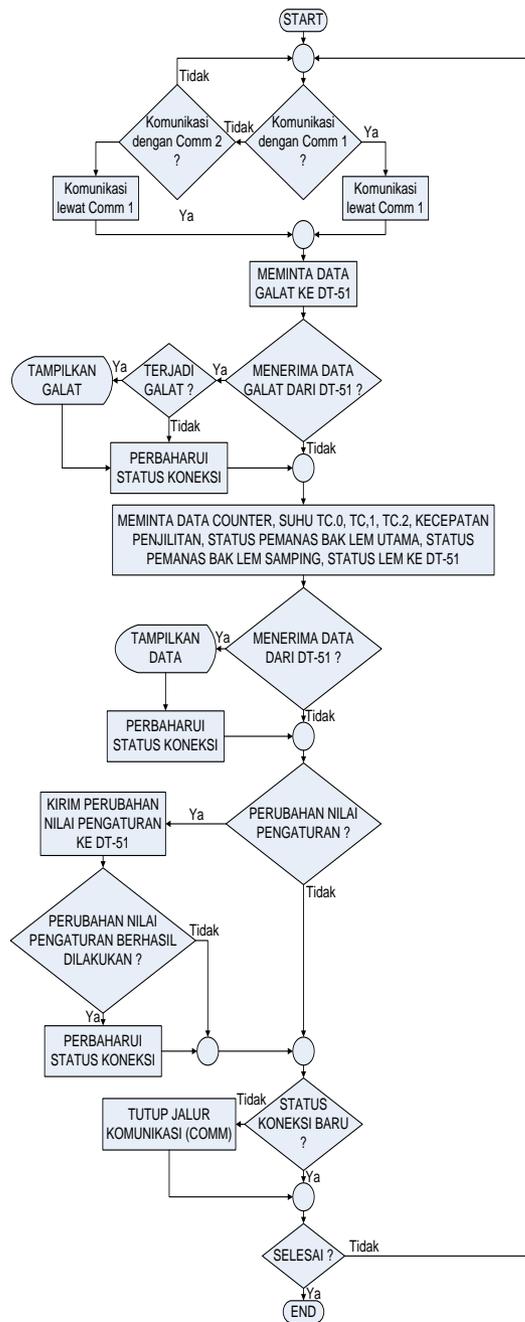
Ketiga fungsi tersebut harus terpenuhi oleh antar muka diwan, karena pada dasarnya diwan dirancang untuk memudahkan manajer produksi untuk melakukan pengubahan nilai pengaturan suhu lem dan pengawasan mesin *pony binder* pada jarak jauh (*remote*). Pengaturan dan pengawasan mesin *pony binder* pada jarak jauh (*remote*) dapat diwujudkan dengan memanfaatkan *port serial* yang terdapat pada DT-51. *Port serial* yang dapat digunakan oleh diwan sebagai jalur komunikasi adalah *communication port 1* (COM 1) dan *communication port 2* (COM 2). Hal ini dinilai sudah mencukupi karena biasanya jumlah *port serial* yang paling banyak dimiliki oleh sebuah *personal computer* (PC) adalah sebanyak 2 buah sedangkan yang dibutuhkan untuk melakukan komunikasi antara komputer dengan DT-51 hanyalah satu jalur komunikasi (*port serial*). Untuk memulai menggunakan diwan, yang harus pertama kali seorang pengguna lakukan adalah

memastikan *port serial* yang akan digunakan untuk berkomunikasi dengan DT-51. Kemudian pengguna cukup memilih jalur komunikasi tersebut dan melakukan koneksi dengan DT-51. Apabila komunikasi gagal dilakukan maka akan muncul kotak dialog yang memberitahukan pengguna bahwa telah terjadi kegagalan komunikasi karena beberapa faktor. Namun apabila komunikasi berhasil dilakukan maka diwan akan terus-menerus meminta data dari DT-51, seperti data pencacah (*counter*), suhu hasil pembacaan ketiga termokopel (TC.0, TC.1 dan TC.2), kecepatan penjilidan, status pemanas bak lem utama, status pemanas bak lem samping dan status kesiapan lem secara keseluruhan sampai pengguna menutup jalur komunikasi atau aplikasi diwan. Untuk pengubahan nilai pengaturan dapat dilakukan dengan terlebih dahulu memilih nilai pengaturan untuk termokopel yang mana yang akan diubah, kemudian setelah nilai pengaturan (*setting point*) dan deviasi dirasakan telah sesuai maka pengguna cukup menekan tombol "OK", seketika itu juga komputer akan mengirimkan nilai pengaturan yang baru ke DT-51. Jika nilai pengaturan yang baru telah disimpan di memori DT-51 maka akan muncul pemberitahuan kepada pengguna bahwa pengubahan nilai pengaturan telah berhasil dilakukan.



Gambar 6. Tampilan antar muka diwan

Aplikasi diwan juga dilengkapi dengan “Roby” sebuah aplikasi *MSAgent* dari *microsoft* yang digunakan untuk memberikan informasi audio kepada pengguna mengenai hal-hal yang sebaiknya diperhatikan oleh pengguna. Pada Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan tampilan dari antar muka diwan beserta diagram alirnya.



Gambar 7. Diagram alir antar muka diwan.

### Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras (*hardware*) dapat dibagi dalam beberapa bagian yaitu:

#### Rangkaian Converter 24 Vdc ke 5 Vdc

Rangkaian ini dibutuhkan untuk mengkonversi tegangan dari saklar-saklar dan tombol-tombol yang dipasang di mesin *pony binder* dengan tegangan DC berstandarkan pabrik yaitu sebesar 24 Vdc menjadi tegangan yang dapat dibaca oleh IC PPI 8255 yaitu sebesar 5 Vdc. Dalam perancangan ini digunakan optokopler dari sharp yaitu PC817. Diagram skematik dari rangkaian *converter* 24 Vdc ke 5 Vdc dapat dilihat pada Gambar 8.

#### Rangkaian Driver Kontaktor

Rangkaian ini digunakan sebagai *driver* dari kontaktor-kontaktor yang akan mengaktifkan dan menonaktifkan motor-motor AC seperti motor utama, motor *blower milling*, motor *milling station* dan kompresor beserta pemanas bak lem utama dan pemanas bak lem samping. Diagram skematik dari rangkaian *driver* kontaktor dapat dilihat pada Gambar 9.

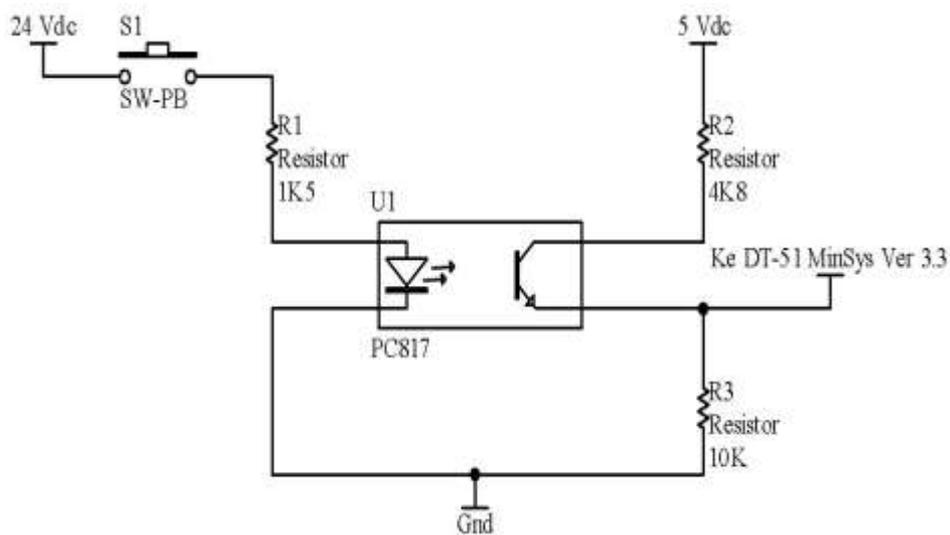
#### Rangkaian Termometer Terkalibrasi dengan Termokopel

Untuk melakukan pengukuran suhu dengan menggunakan termokopel, suhu pada sambungan acuan harus diketahui. Hal ini dikarenakan sebuah termokopel sensitif terhadap perbedaan suhu. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasinya adalah dengan meletakkan sambungan acuan pada bak es, sehingga akan didapatkan tegangan keluaran sebesar 0 Vdc pada suhu 0°C. Cara lain yang dirasakan lebih nyaman adalah dengan menggunakan kompensasi suhu acuan yang akan memberikan tegangan kompensasi ke tegangan keluaran termokopel sehingga sambungan acuan seolah-olah berada pada suhu 0°C tidak terpengaruh dengan suhu aktual

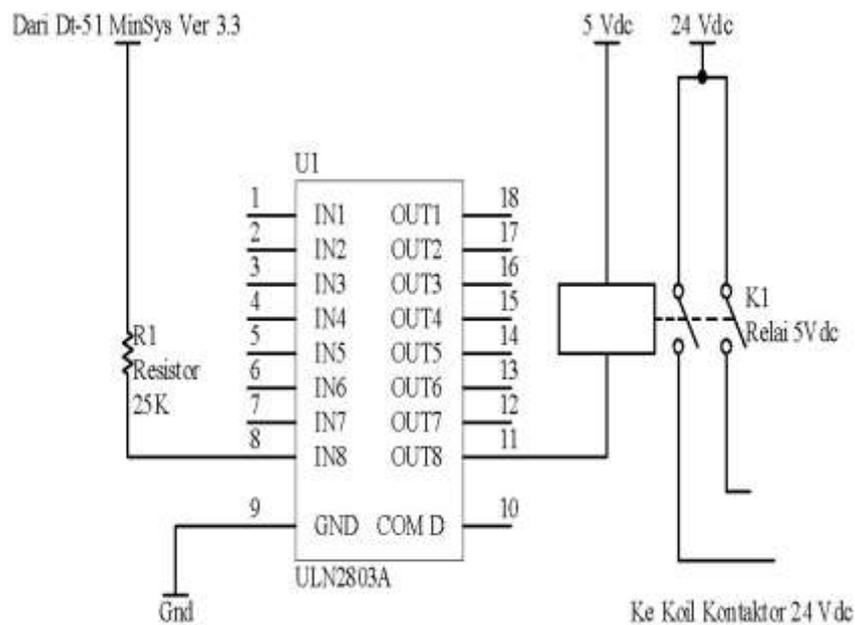
disekitarnya [Moffat, R. J., 1997]. Pada rangkaian ini, tegangan kompensasi diberikan oleh IC LM335. IC LM335 merupakan sebuah sensor suhu yang mempunyai karakteristik perbandingan tegangan dengan suhu yang sangat linier. Setiap kenaikan suhu sebesar  $1^{\circ}\text{C}$  akan dihasilkan tegangan sebesar 10 mV. Diagram skematik dari rangkaian termometer terkalibrasi dengan termokopel dapat dilihat pada Gambar 10.

### Rangkaian Tampilan *Seven Segment*

Pada rangkaian ini, *seven segment* yang digunakan mempunyai konfigurasi *common anode* (CA) dengan dimensi 4x5 inci dengan tegangan kerja diatas 9 Vdc. Oleh karena itu pada rangkaian ini digunakan IC CMOS 4547 yang memiliki tegangan kerja sebesar +3 Vdc hingga +18 Vdc, akan tetapi IC CMOS 4547 merupakan *driver seven segment common cathode* (CC) sehingga diperlukan IC



Gambar 8. Diagram skematik rangkaian converter 24 Vdc ke 5 Vdc

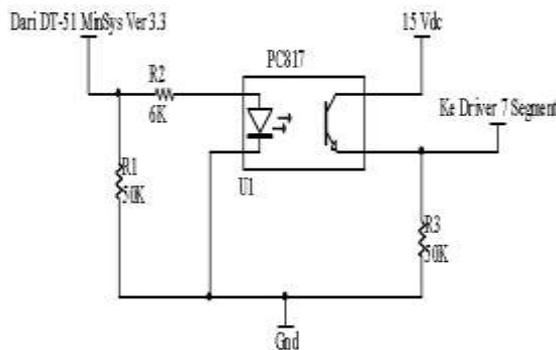


Gambar 9. Diagram skematik dari rangkaian driver kontaktor



disinilah IC ULN2803 mengambil peranan tersebut. Untuk fungsi *scanning display* digunakan IC UDN2585 yang merupakan IC *source drivers*. Diagram skematik dari rangkaian tampilan *seven segment* dapat dilihat pada Gambar 11.

**Rangkaian Level Shifter Tegangan**



Gambar 12. Diagram skematik rangkaian *level shifter* tegangan Rangkaian ini digunakan sebagai rangkaian pengubah *level* tegangan keluaran DT-51 menjadi *level* tegangan yang dapat dibaca oleh IC *driver seven segment* 4547. Komponen utama dari rangkaian ini adalah optokopler PC817. Diagram skematik dari rangkaian *level*

*shifter* tegangan dapat dilihat pada Gambar 12.

**Rangkaian Buzzer**

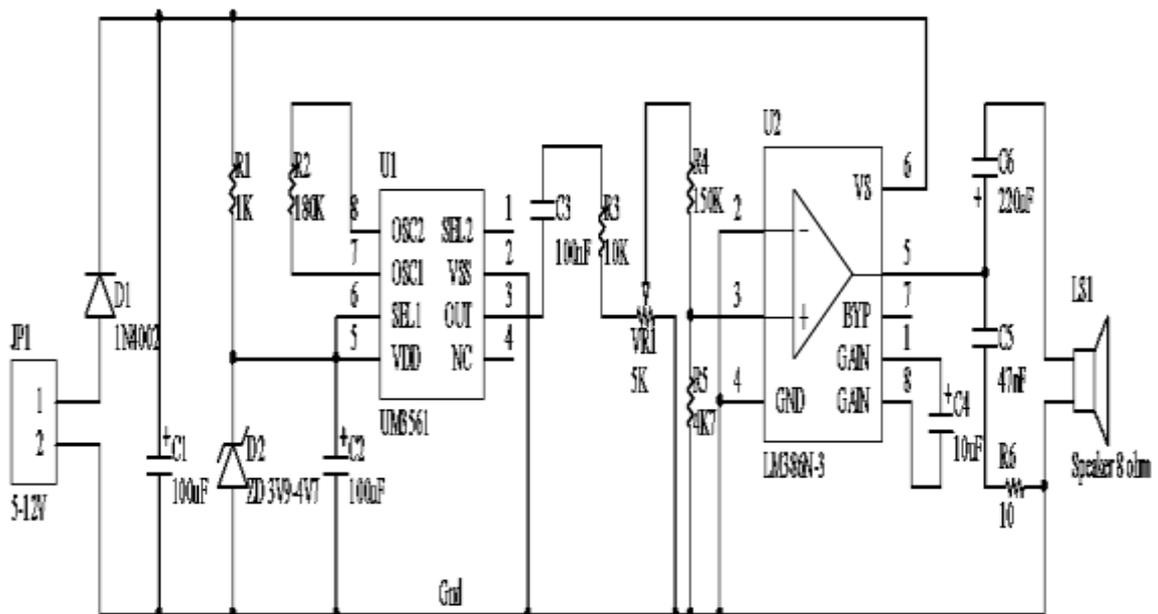
Rangkaian ini digunakan sebagai pemberi peringatan audio kepada operator tentang tutup pisau *milling* yang belum terpasang. Komponen utama dari rangkaian ini adalah IC UM3561 yang merupakan pembangkit tiga macam suara *sirene* dan LM386 yang merupakan penguat daya audio. Diagram skematik dari rangkaian *buzzer* dapat dilihat pada Gambar 13.

**Rangkaian Pewaktu**

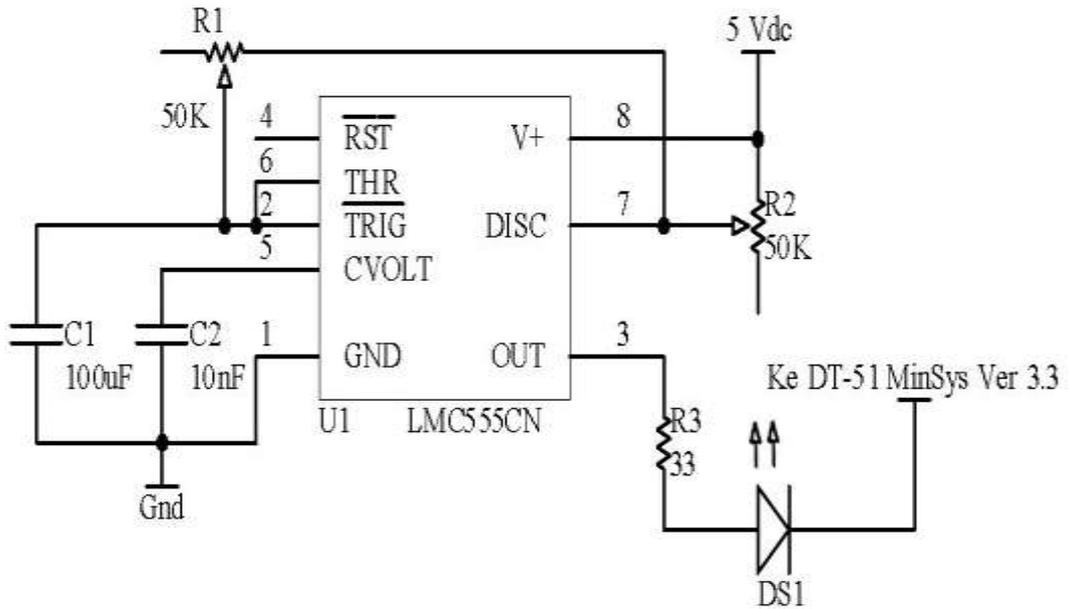
Rangkaian ini digunakan sebagai referensi satu detik untuk proses penghitungan kecepatan penjilidan. Komponen utama dari rangkaian ini adalah sebuah IC 555 yang dikonfigurasi untuk menjadi pewaktu *astable* dengan *duty cycle* sebesar 50% dan frekuensi sebesar 1 Hz. Diagram skematik dari rangkaian pewaktu dapat dilihat pada Gambar 14.

**Panel Kendali**

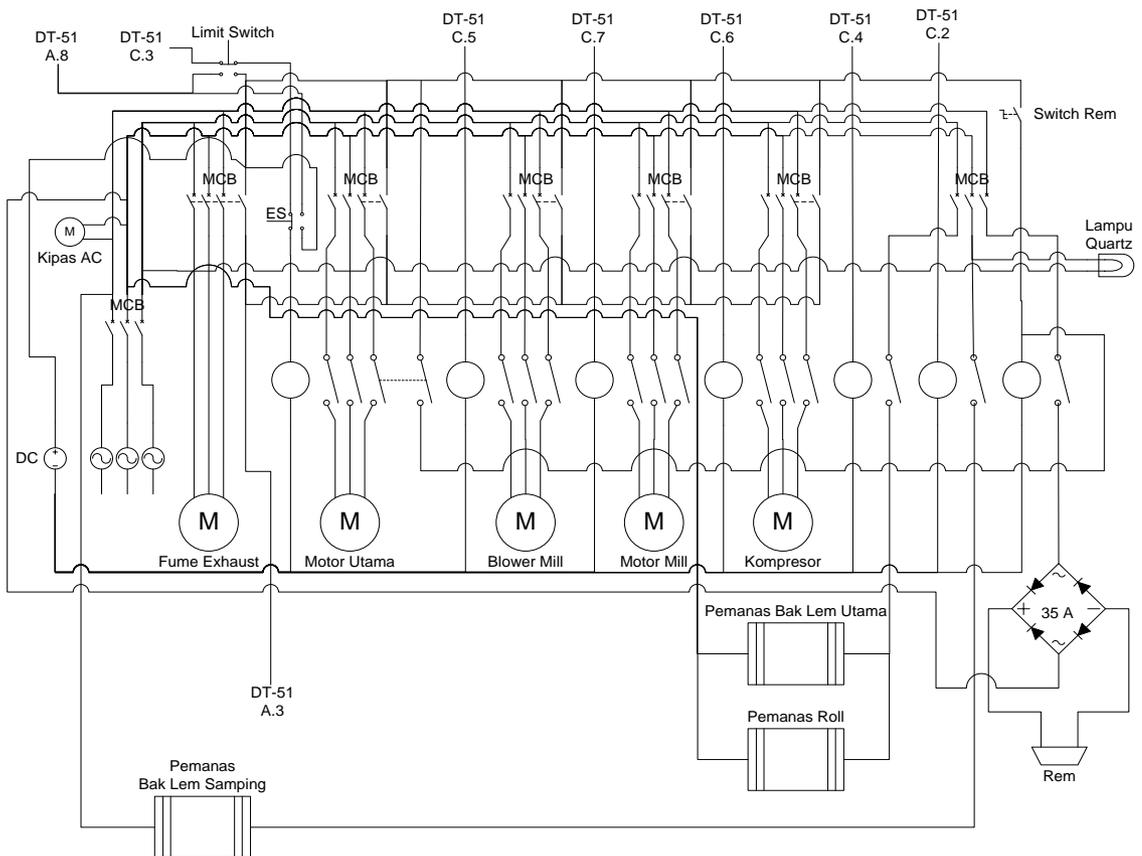
Diagram pengkabelan dari panel kendali dapat dilihat pada Gambar 15



Gambar 13. Diagram skematik rangkaian *buzzer* Proses



Gambar 14. Diagram skematik rangkaian pewaktu.

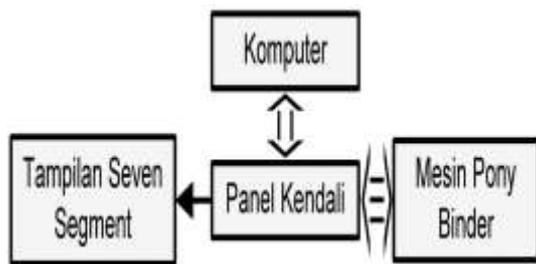


Gambar 15. Diagram pengkabelan panel kendali.

#### D. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja alat sehingga akan diketahui apakah rangkaian yang telah dibuat sesuai dengan perancangan. Setelah dilakukan pengujian pada setiap subsistem, kemudian subsistem dirakit menjadi satu sistem pengendali mesin *pony binder* dan dilakukan pengujian sistem pasca pemasangan di mesin.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keandalan DT-51 sebagai pengendali mesin *pony binder*. Adapun peralatan yang dipakai adalah catu daya, panel kendali, tampilan *seven segment*, mesin *pony binder*, komputer, program assembler “pbc.hex”, program assembler “7\_eph.hex”.



Gambar 16. Diagram fungsional pengujian pengendali mesin pony binder pasca pemasangan di mesin.

Rangkaian pengujian dapat dilihat pada Gambar 16, setelah dirangkai dilakukan pengujian sebagai berikut aktifkan catu daya; *download* program “pbc.hex” ke DT-51 pertama yang berfungsi sebagai pengendali mesin *pony binder*; *download* program “7\_eph.hex” ke DT-51 kedua yang berfungsi untuk menghitung dan menampilkan kecepatan penjilidan; jalankan program “Diwan.exe” dan buka jalur komunikasi; lakukan penjilidan dengan mesin *pony binder*; amati tampilan LCD pada panel kendali, tampilan program diwan pada layar monitor, tampilan *seven segment* dan proses penjilidan buku.

#### Hasil Pengujian

Ketika dilakukan pengujian terhadap pengendali mesin *pony binder* ternyata terjadi beberapa permasalahan, yang dapat dikelompokkan kepada dua keadaan:

- Permasalahan yang terkait dengan komunikasi serial
- Permasalahan yang tidak terkait dengan komunikasi serial

Permasalahan yang terkait dengan komunikasi serial merupakan permasalahan yang terjadi ketika dilakukan komunikasi antara komputer dengan pengendali mesin *pony binder*. Permasalahan ini berupa berfluktuasinya pembacaan suhu dari semua termokopel dengan kisaran  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  dari pembacaan suhu yang sebenarnya sedangkan ketika komunikasi serial ini tidak dilakukan, fluktuasi pembacaan suhu pun tidak terjadi. Permasalahan yang tidak terkait dengan komunikasi serial diantaranya adalah berhenti bekerjanya (*hang*) pengendali mesin *pony binder* (DT-51 pertama) dan tidak akuratnya perhitungan kecepatan penjilidan buku. Berhenti bekerjanya DT-51 terjadi apabila dilakukan pengoperasian mesin pada mode *incing* (fungsi tombol tekan *on* lepas *off*). Pada mode ini, apabila tombol motor utama ditekan berulang kali dengan cepat selama 2 sampai 4 detik maka DT-51 pun akan berhenti bekerja secara total. Sedangkan untuk tidak akuratnya perhitungan kecepatan penjilidan buku hanya terjadi setiap 4 detik sekali, selain itu perhitungan kecepatan penjilidan sesuai dengan nilai yang seharusnya ditampilkan.

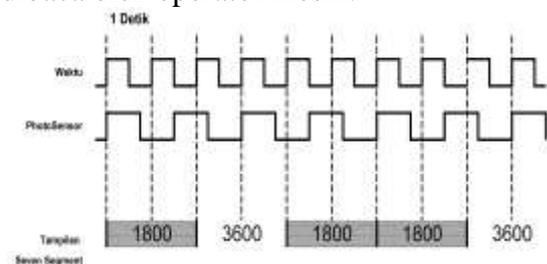
#### Pembahasan

Setelah beberapa minggu melakukan *troubleshooting*, akhirnya penyebab berhenti bekerjanya pengendali mesin *pony binder* (*hang*) dan tidak akuratnya perhitungan kecepatan penjilidan pun dapat diketahui. Berhenti bekerjanya pengendali mesin *pony binder* (*hang*) disebabkan oleh panas berlebihan yang

merambat dari IC 7805 ke mikrokontroler AT89S51 pada modul DT-51. Ini terjadi karena sebelum rangkaian catu daya dirubah, DT-51 diberikan tegangan masukan sebesar 15 Vdc, sedangkan tegangan yang seharusnya diberikan adalah sebesar 9 Vdc. Hal ini dilakukan untuk memperkecil ruang yang dibutuhkan bagi rangkaian catu daya, karena tegangan 9 Vdc hanya diperlukan oleh DT-51 sedangkan apabila digunakan tegangan 15 Vdc, catu daya ini (15 Vdc) dapat juga dipergunakan oleh rangkaian termometer terkalibrasi dengan termokopel, terlebih lagi berdasarkan *datasheet* dari IC 7805 tegangan maksimal yang mampu ditahan/diregulasi oleh IC ini adalah sebesar 35 Vdc. Permasalahan ini dapat diselesaikan ketika tegangan masukan yang diberikan ke DT-51 diganti menjadi 9 Vdc.

Untuk tidak akuratnya penghitungan kecepatan penjilidan, terjadi karena tidak tepatnya metode yang digunakan untuk menghitung kecepatan penjilidan ini. Metode tersebut adalah menghitung jumlah buku yang dijilid setiap dua detik dan memperkirakan jumlah buku yang dapat dijilid selama satu jam. Permasalahan ini dapat dipahami apabila kita melihat diagram pewaktuan/timing dari penghitungan kecepatan penjilidan pada Gambar 17. Permasalahan ini akan terus terjadi karena kecepatan putaran mesin dapat diubah dengan merubah rasio putaran, sedangkan waktu pencuplikan tetap dilakukan setiap 2 detik. Sehingga untuk mengatasi permasalahan ini kita harus mengubah metode penghitungannya yaitu dengan cara menghitung waktu yang dibutuhkan untuk menjilid satu buah buku dan memperkirakan jumlah buku yang dapat dijilid selama satu jam dengan demikian hasil penghitungan kecepatan penjilidan akan menunjukkan hasil yang akurat walaupun kecepatan putaran mesin diubah-ubah.

Pengurangan dampak fluktuasi pembacaan suhu oleh termokopel dilakukan dengan cara memperpanjang waktu yang diperlukan untuk melakukan pembacaan termokopel yang satu dengan pembacaan termokopel berikutnya, sehingga fluktuasi pembacaan suhu tidak terlalu besar pengaruhnya terhadap kelancaran produksi mesin *pony binder*. Dengan demikian secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa DT-51 (DT-51 MinSys ver 3.3) cukup andal untuk dipergunakan sebagai pengendali mesin *pony binder* walaupun waktu responnya lebih lambat bila dibandingkan dengan sistem pengendali yang terdahulu (berbasis kontaktor). Agak lambatnya respon dari pengendali mesin *pony binder* dengan menggunakan DT-51 disebabkan waktu tunda (*delay*) yang harus diberikan ke beberapa bagian dari program *pbcs.hex*. Waktu tunda ini harus diberikan agar pesan yang ditampilkan pada layar LCD masih dapat dibaca oleh operator mesin.



Gambar 17. Diagram pewaktu kecepatan penjilidan.

## E. Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

Dari hasil kegiatan penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pengendali mesin *pony binder* yang sebelumnya (berbasis kontaktor) dapat digantikan dengan sebuah sistem pengendali yang dibangun menggunakan modul DT-51 MinSys ver 3.3 buatan *Innovative Electronics* yang berbasis mikrokontroler AT89S51.

2. Perawatan sistem pengendali pengganti (*pony binder control system*) dirasakan lebih mudah bila dibandingkan dengan sistem pengendali terdahulu hal ini dikarenakan perubahan mekanisme kerja mesin *pony binder* dapat dengan mudah dirubah dengan cara merubah program yang disimpan pada modul DT-51 MinSys ver 3.3 tanpa perlu melakukan perubahan pada sisi pengkabelan (*wiring*).
  3. Suhu lem dapat diatur dengan cara menyalakan dan mematikan elemen pemanas (*heater*), untuk mengurangi mekanisme *on-off* yang terjadi, maka diberikan celah diferensial pada pengendalinya.
  4. Rangkaian termometer terkalibrasi dengan termokopel dapat bekerja dengan baik yang dibuktikan dengan kecilnya nilai galat yaitu sebesar  $0,72549^{\circ}\text{C}$  untuk termokopel 0;  $0,705882^{\circ}\text{C}$  untuk termokopel 1 dan  $1,088235^{\circ}\text{C}$  untuk termokopel 2 dan pembacaan suhu cukup linear.
  5. ADC (DT-51 I2C ADDA ver 2) yang digunakan dalam perancangan, bekerja dengan galat linearitas (*linearity error*) sebesar  $0.2727$  LSB atau  $0.2727^{\circ}\text{C}$ .
  6. Pengubahan nilai pengaturan dari pengendali mesin *pony binder* dapat dilakukan pada jarak jauh (*remote*) dengan menggunakan program diwan.exe pada komputer dengan menggunakan jalur komunikasi serial.
- mengoptimalkan kalibrasi rangkaian termometer dengan termokopel.
3. Penghitungan kecepatan penjilidan akan lebih akurat apabila dilakukan berdasarkan jumlah waktu yang diperlukan untuk menjilid satu buah buku bukan berdasarkan jumlah buku yang dapat dijilid dalam waktu dua detik.
  4. Peralihan teknologi yang diterapkan di PT. Dian Rakyat 2 ada baiknya segera dilakukan, mengingat teknologi yang ada saat ini dapat memberikan banyak kemudahan salah satunya dalam hal kemudahan perawatan.

### Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada:

1. PT. Dian Rakyat 2 Tbk., Pulogadung, Jakarta, yang telah memberikan waktu, tempat dan semua peralatan yang dibutuhkan dari awal hingga berakhirnya penelitian ini.
2. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

### Daftar Pustaka

- [1]. Computermuseum, 2000. Intel Microprocessors. <http://www.computermuseum.li/Testpage/Intelmicroprocessors.htm>, 23 Januari 2007.
- [2]. Developer.apple, 1996. Introduction to Serial Communication. <http://developer.apple.com/documentation/mac/Devices/Devices-313.html>. 17 Agustus 2007.
- [3]. Innovativeelectronics, 2000. Manual DT51 Ver 3.0. <http://www.innovativeelectronics.com> 16 Oktober 2005
- [4]. Innovativeelectronics, 2005. Manual DT51 I2C ADDA Ver 2. <http://www.innovativeelectronics.com> . 16 Oktober 2005.
- [5]. Moffat, R. J., 1997. Notes on using thermocouples. <http://www.electronics->

### Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Mikrokontroler atau pengendali lainnya dengan *clock* yang lebih cepat dapat digunakan untuk menggantikan pengendali yang sudah ada agar dapat memperkecil waktu tunda terhadap masukkan.
2. Voltmeter dengan ketelitian yang tinggi dapat dipergunakan untuk

- cooling.com/Resources/EC\_Articles/JAN97/jan97\_01.htm. 8 Juni 2007.
- [6]. Philips Semiconductors, 1998. Data Sheet PCF8591. <http://www.semiconductors.philips.com>. 24 Juli 2006.
- [7]. Picotech, 1999. Thermocouple application note. <http://www.picotech.com/applications/thermocouple.html>. 23 Januari 2007.
- [8]. Wikipedia, 1999. Thermocouple. <http://en.wikipedia.org/wiki/Thermocouple>. 5 April 2007.
- [9]. Wikipedia, 2007. Pengendali mikro. [http://id.wikipedia.org/wiki/Pengendali\\_mikro](http://id.wikipedia.org/wiki/Pengendali_mikro). 23 Januari 2007.