

Alat Ukur Kecepatan Rotasi *Belt Conveyor* Menggunakan Mikrokontroler AT89S51 dan *Sensor Inductive Proximity*

Sepannur Bandri^{*1}, Rafika Andari², Zuriman Anthoy³
^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro /Fakultas Teknik/Institut Teknologi Padang
Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo, Padang
^{*}Corresponding author, sepannurb@yahoo.com

Abstrak

Belt Conveyor merupakan alat angkut yang digunakan untuk memindahkan material dalam suatu proses di industri modern. Agar tidak terjadi kesalahan desain saat akan dilakukan penambahan atau modifikasi terhadap belt conveyor, harus diketahui secara pasti kecepatannya. Untuk mengetahui kecepatan rotasi pulley pada belt conveyor diperlukan suatu alat ukur. Salah satu metode yang digunakan adalah dengan menghitung kecepatan satu putaran (rotasi) per satuan waktu (menit). Salah satu jenis mikrokontroler yang dapat digunakan untuk menghitungnya adalah mikrokontroler AT89S51. Dan salah satu cara untuk mendeteksi adanya objek berbahan logam yang sedang berputar tanpa perlu melakukan kontak langsung/sentuhan terhadap objek tersebut adalah dengan menggunakan sensor inductive proximity. Kecepatan putaran dapat ditampilkan melalui Liquid Crystal Display (LCD). Agar dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang diinginkan, mikrokontroler harus diprogram. Bahasa pemrograman yang dapat digunakan di antaranya adalah BASIC Compiler 8051.

INFO.

Info. Artikel:

No. 239

Received. May, 18, 2022

Revised. August, 10, 2022

Accepted. August 18, 2022

Page. 374 – 386

Kata kunci:

- ✓ Belt conveyor
- ✓ Alat ukur
- ✓ Mikrokontroler
- ✓ Sensor inductive proximity
- ✓ Basic compiler

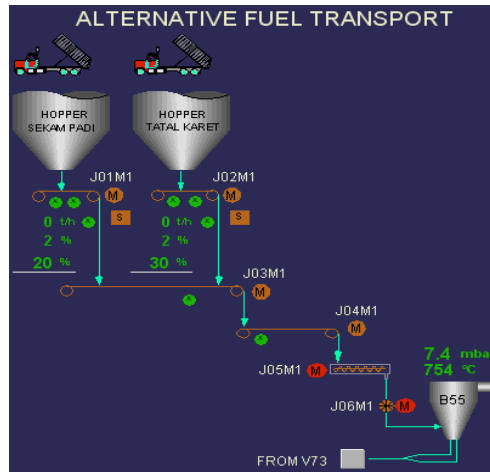
Abstract

Belt conveyor is a conveyance used to move materials in a process in the modern industry. In order to avoid design errors when the addition or modification of the Belt conveyor will not be made, it must be known with certainty. To find out the rotation speed of the pulley on the conveyor belt requires a measuring instrument. One method used is to calculate the speed of one rotation (rotation) per unit time (minutes). One type of microcontroller that can be used to calculate it is the AT89S51 microcontroller. And one way to detect the presence of metal objects that are rotating without the need to make direct /touch contacts on the object is to use an inductive proximity sensor. The rotation speed can be displayed via Liquid Crystal Display (LCD). In order to work according to the desired function, the microcontroller must be programmed. Programming languages that can be used include Basic Compiler 8051.

PENDAHULUAN

Terdapat bermacam-macam peralatan yang ada pada industri modern. Peralatan ini pada umumnya bergerak dengan arah dan kecepatan yang bervariasi. Gerakan yang paling banyak adalah gerakan berputar atau rotasi. Ada yang bergerak sangat lambat, hingga sangat cepat. Salah satu peralatan yang umum digunakan di industri adalah *belt conveyor* [1]. *Belt conveyor* merupakan alat angkut yang digunakan untuk memindahkan muatan dalam bentuk satuan atau curah dengan arah horizontal dari suatu sistem operasi yang satu ke sistem operasi yang lain dalam suatu proses produksi yang menggunakan *belt* sebagai penghantar muatannya [2][3]. Yang melatar-belakangi penelitian ini adalah adanya permasalahan yang sering terjadi pada saat modifikasi atau penambahan *belt conveyor* baru yang akan memasok material ke *belt conveyor* yang sudah ada. Kecepatan *belt conveyor* yang sudah ada tersebut tidak dapat diketahui dengan pasti karena *name plate* motor atau *gearbox* sudah hilang atau kurang jelas, dokumentasi proyek atau modifikasi sebelumnya yang kurang terkelola dengan baik, maupun karena adanya perubahan kecepatan baik

disengaja, maupun akibat beban lebih, perbedaan kondisi atau jenis material yang diangkut dan gaya gesekan [4][5].



Gambar 1. Tampilan HMI Kondisi Gangguan Pada Sistem Transportasi Material

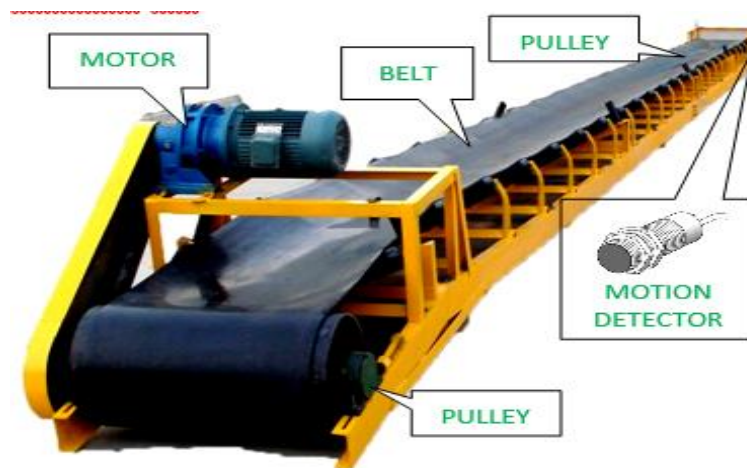
Kesalahan saat perencanaan, perhitungan, perancangan dan implementasi dalam rangka modifikasi atau penambahan *belt conveyor*, bisa mengakibatkan melimpahnya material atau ketidaksesuaian kapasitas terpasang dengan kapasitas yang diharapkan [6].

METODE PENELITIAN

Ada beberapa kajian teknis dalam perancangan alat ini diantaranya:

Belt Conveyor

Belt conveyor terdiri dari beberapa bagian seperti terlihat pada gambar berikut ini



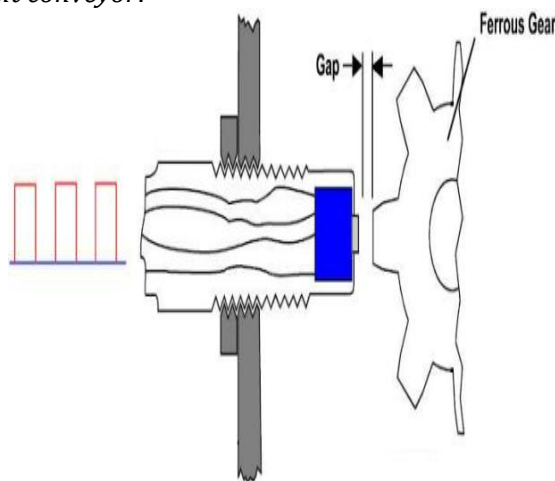
Gambar 2. Bagian-bagian Belt Conveyor

Pada belt conveyor terdapat *pulley* pada bagian depan dan belakangnya. Pada *pulley* belakang dipasang alat pendeteksi gerakan (*motion detector*) sebagai indikasi (umpan balik) ke layar monitor operator yang menyatakan bahwa belt conveyor tersebut benar-benar berputar atau tidak. *Motion detektor* terdiri dari bilah pemotong pulsa dan sebuah sensor. Bilah pemotong pulsa pada umumnya terbuat dari besi. Bilah pemotong pulsa inilah yang akan dimanfaatkan sebagai media pengukuran/pendeteksian kecepatan rotasi. Besi pemotong pulsa yang terpasang di *pulley* belakang sebuah *belt conveyor* bisa terdiri dari 1, 2, 4, atau 8 bilah [7].



Gambar 3. Pulley belakang Belt Conveyor dengan 4 bilah pemotong pulsa
Sensor Inductive Proximity

Sensor inductive proximity mendeteksi adanya simpangan benda feromagnetik (besi) yang ada pada pulley belakang belt conveyor.

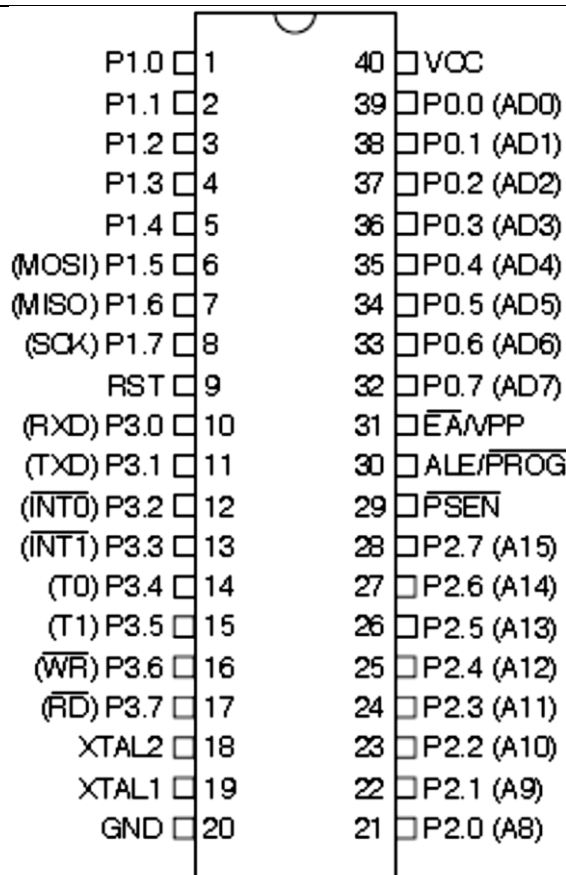


Gambar 4. Pendeteksian bilah pemotong pulsa menggunakan sensor *Inductive Proximity*

Saat ada besi (benda feromagnetik) yang mendekati sensor dengan jarak ≤ 8 mm, induktifitas di dalam sensor terpengaruh sehingga mengoperasikan kontak yang ada di dalamnya sehingga output sensor akan mengeluarkan logika 1. Sinyal ini selanjutnya akan diproses oleh mikrokontroler.

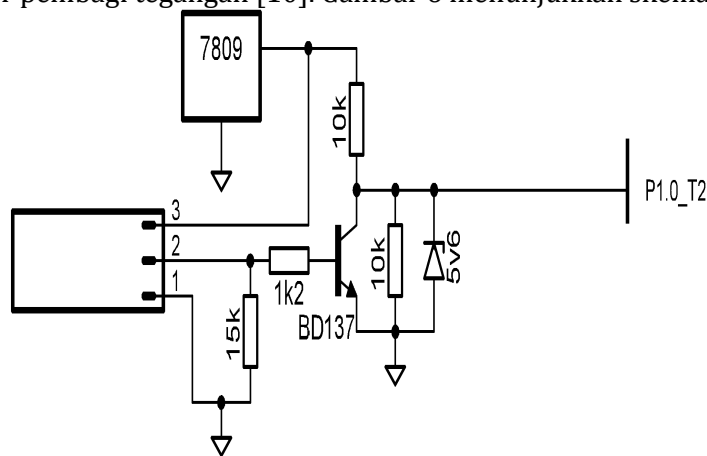
Rangkaian Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam satu chip, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur *Input /Output (I/O)* dan perangkat pelengkap lainnya. Mikrokontroler AT89S51 adalah salah satu jenis mikrokontroler 8 bit dengan 4 k Byte *ISP (In System Programmable)* dengan konsumsi daya rendah yang fleksibel dan efektif diterapkan pada beberapa aplikasi sistem kontrol [8]. Mikrokontroler AT89S51 memiliki 40 *pin*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 berikut ini.



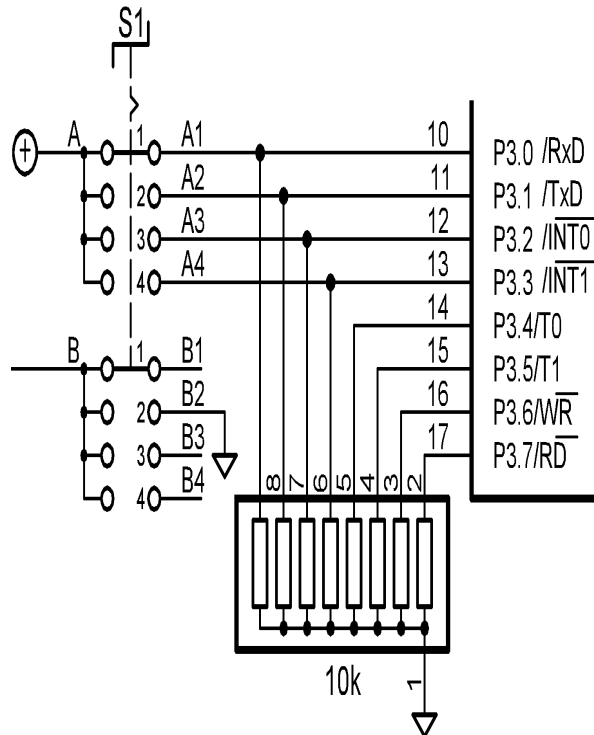
Gambar 5. Konfigurasi Pin Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler dikonfigurasi se-suai dengan blok diagram yang dirancang. *Port 0* terhubung ke *LCD*, *Port 1.0* untuk *input* yang berasal dari rangkaian sensor, *Port 2.4* untuk pemilih satuan (*Rpm* atau *Rps*), dan *Port 3* untuk memilih jumlah pemotong pulsa yang dapat dipilih (1, 2, 4 atau 8 pemotong pulsa) [9]. Sensor *inductive proximity* mengeluarkan logika 1 dengan level tegangan 9 V DC (sesuai dengan tegangan catu daya yang digunakan). Untuk itulah diperlukan rangkaian *interface* yang menurunkan level tegangan tersebut menjadi 5 V agar sinyal dari sensor dapat diterima oleh mikrokontroler. Rangkaian *interface* terdiri dari saklar transistor, dioda zener dan beberapa resistor pembagi tegangan [10]. Gambar 6 menunjukkan skema rangkaian tersebut.



Gambar 6. Rangkaian Interface

Saat tidak ada simpangan oleh besi pemotong pulsa, *output* sensor bernilai 0 V. Pada kondisi ini tidak ada tegangan pada basis transistor. Transistor dalam kondisi *cut off*. Pada kolektor dipasang dioda zener 5V6 untuk membatasi tegangan yang masuk ke *Port* 1.0 agar tidak lebih dari 5,6 V. Saat terjadi simpangan besi pemotong pulsa, *output* sensor akan bernilai 1 (9 V). Pada kondisi ini ada tegangan pada basis transistor. Transistor berada dalam kondisi *saturation*. Arus mengalir dari kolektor ke emitor sehingga tegangan kolektor mendekati 0 V (logika 0). Dengan 4 variasi jumlah pemotong pulsa, maka rangkaian alat yang dibuat ini dilengkapi dengan selektor yang terhubung ke *Port* 3.

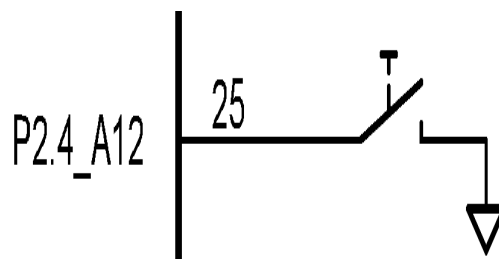


Gambar 7. Rangkaian Selektor

Tabel 1. Tabel Kebenaran Selektor

Pilih	P3.3	P3.2	P3.1	P3.0	Q_{10}
A1	0	0	0	1	1
A2	0	0	1	0	2
A4	0	1	0	0	4
A4	1	0	0	0	8

Nilai desimal yang ada pada *Port* 3 dibaca oleh program dan akan diproses oleh mikrokontroler sebagai faktor pembagi. Selain selektor pemilih jumlah pulsa, alat ini juga dilengkapi dengan *push button* pemilih satuan (*rpm* atau *rps*) yang dihubungkan ke *Port* 2.4 mikrokontroler AT89S51.



Gambar 8: Rangkaian Push Button

Saat tombol ditekan, nilai variabel satuan akan berubah. Bila sebelumnya bernilai menit, maka akan dirubah menjadi detik. Sebaliknya, jika sebelumnya bernilai detik, maka akan dirubah menjadi menit. Untuk menampilkan hasil pengukuran digunakan ke LCD 2×8 karakter.

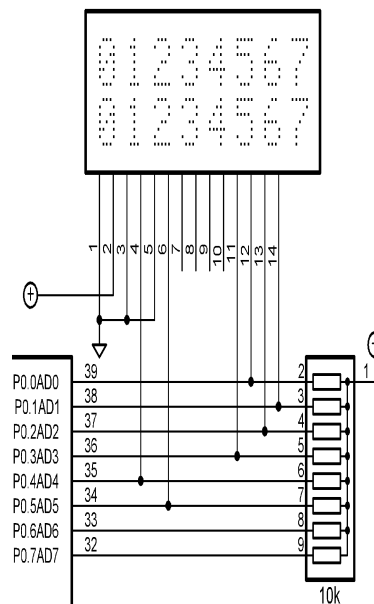
LCD 2×8 karakter

LCD karakter dibedakan berdasarkan jumlah baris dan kolom karakter yang dapat ditampilkan. LCD 2×8 menunjukkan 2 baris dan 8 kolom karakter. Jenis kontroler LCD yang banyak digunakan adalah Hitachi HD44780 atau persamaannya.



Gambar 9. LCD HD44780 2×8 Karakter

Untuk menampilkan hasil pengukuran ke LCD digunakan Port 0.



Gambar 10. Rangkaian LCD

Port 0 sebagai output harus dihubungkan dengan resistor pull up 10 kΩ karena Port 0 open collector.

Tabel 2. Tabel Koneksi Port 0 ke LCD

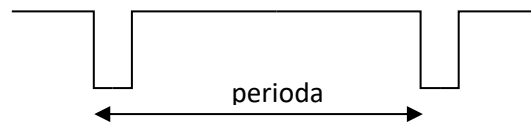
Port	P0.5	P0.4	P0.3	P0.2	P0.1	P0.0
LCD	E	Rs	Db4	Db6	Db7	Db5

Konfigurasi pin LCD yang terhubung ke pin mikrokontroler didefinisikan dalam program yang dirancang menggunakan BASIC Compiler 8051.

Program

Program yang ada pada mikrokontroler dibuat menggunakan bahasa BASIC, dengan *compiler* Bascom-8051 yang tidak jauh berbeda dengan *compiler* bahasa BASIC pada umumnya. Bascom-8051 khusus dipergunakan untuk pemrograman mikro-kontroler jenis 8051. Bascom-8051 sudah dilengkapi dengan fungsi-fungsi khusus, misalnya "LCD" untuk menampilkan karakter pada LCD.

Untuk melakukan pengukuran kecepatan rotasi, program akan mendeteksi adanya simpangan besi pemotong pulsa, selama 1 periode.



Gambar 11. Satu Periode Gelombang Kotak

Dari pendeteksian simpangan yang pertama hingga ke simpangan kedua, diukur waktunya dalam kelipatan (*scanning*) tiap 20 mili detik. Saat tercapai simpangan kedua maka program akan menghitung dengan rumus berikut:

$$rps (f) \text{ terdeteksi} = \frac{1}{T \times 20 \times 10^{-3}} \quad (1)$$

$$rps (f) \text{ terdeteksi} = \frac{10^3}{T \times 20} \quad (2)$$

$$rps (f) \text{ terdeteksi} = \frac{50}{T} \quad (3)$$

$$rps \text{ sebenarnya} = \frac{rps \text{ terdeteksi}}{\text{bilah pemotong pulsa}} \quad (4)$$

$$rpm = rps \text{ sebenarnya} \times 60 \quad (5)$$

Dengan:

rps (f) terdeteksi = kecepatan putaran per detik yang terdeteksi berdasarkan jumlah bilah pemotong pulsa yang melewati sensor. putaran per detik sebenarnya

rpm = putaran per menit

T = Periode waktu

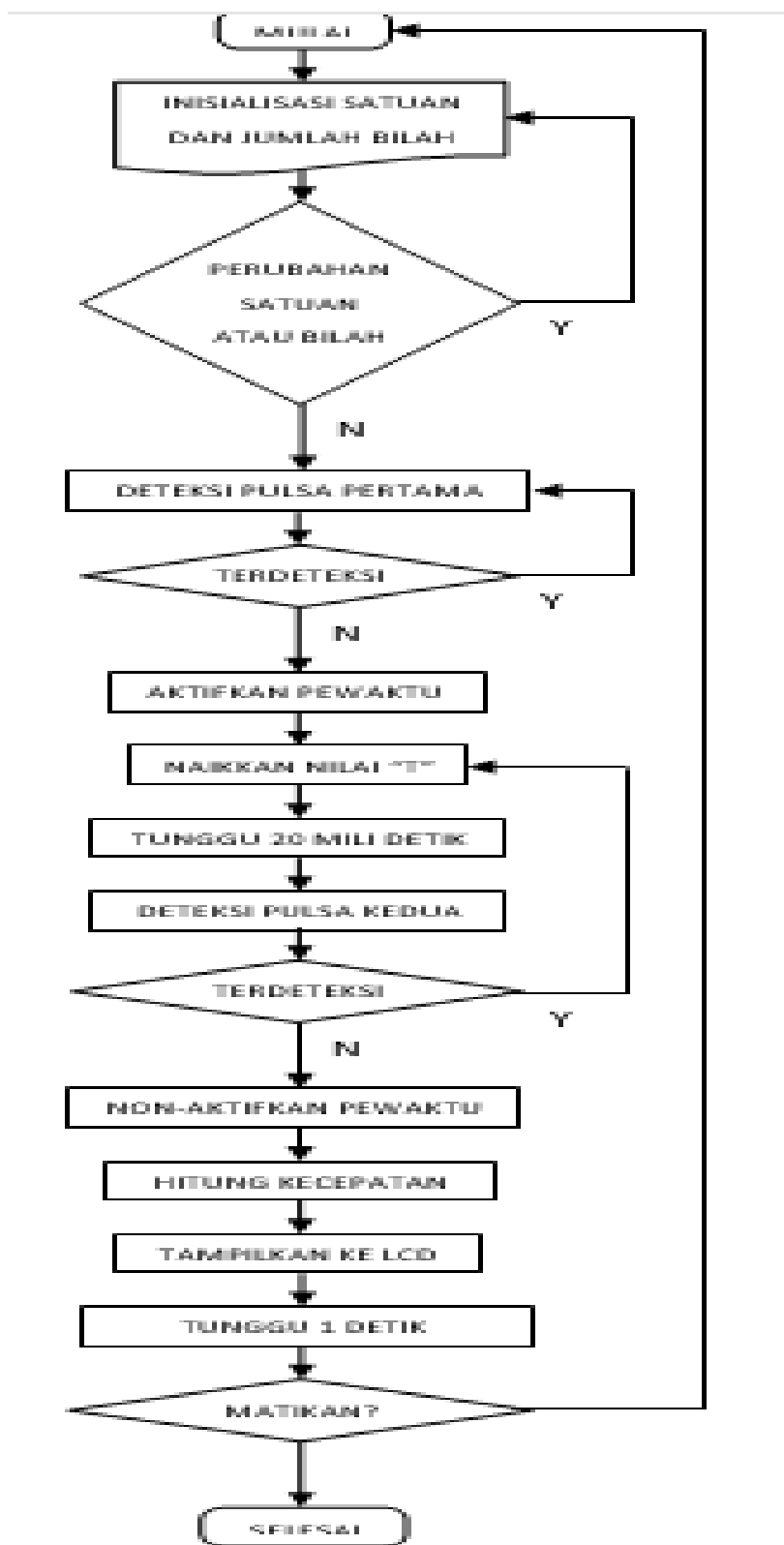
Berikut ini adalah *listing* program Alat Ukur Kecepatan Rotasi *Belt Conveyor*:

```
$regfile = "8052.dat"
$crystal = 12000000
'=====
Config Lcd = 16 * 2
Config Lcdpin = Pin ,Rs = P0.4 ,
E = P0.5 , Db4= P0.3 , Db5= P0.0 ,
Db6= P0.2 , Db7= P0.1
Config Debounce = 10
Dim 20ms As Single
Dim Pulsa As Bit
Dim Kecepatan As Single
Dim Satuan As Bit
Dim Bintang As Byte
Dim Pewaktu As Byte
Tombol_satuan Alias P2.4
Masukan Alias P1.0
Saklar_bintang Alias P3
'=====
Do                               'MULAI
20ms = 0
```

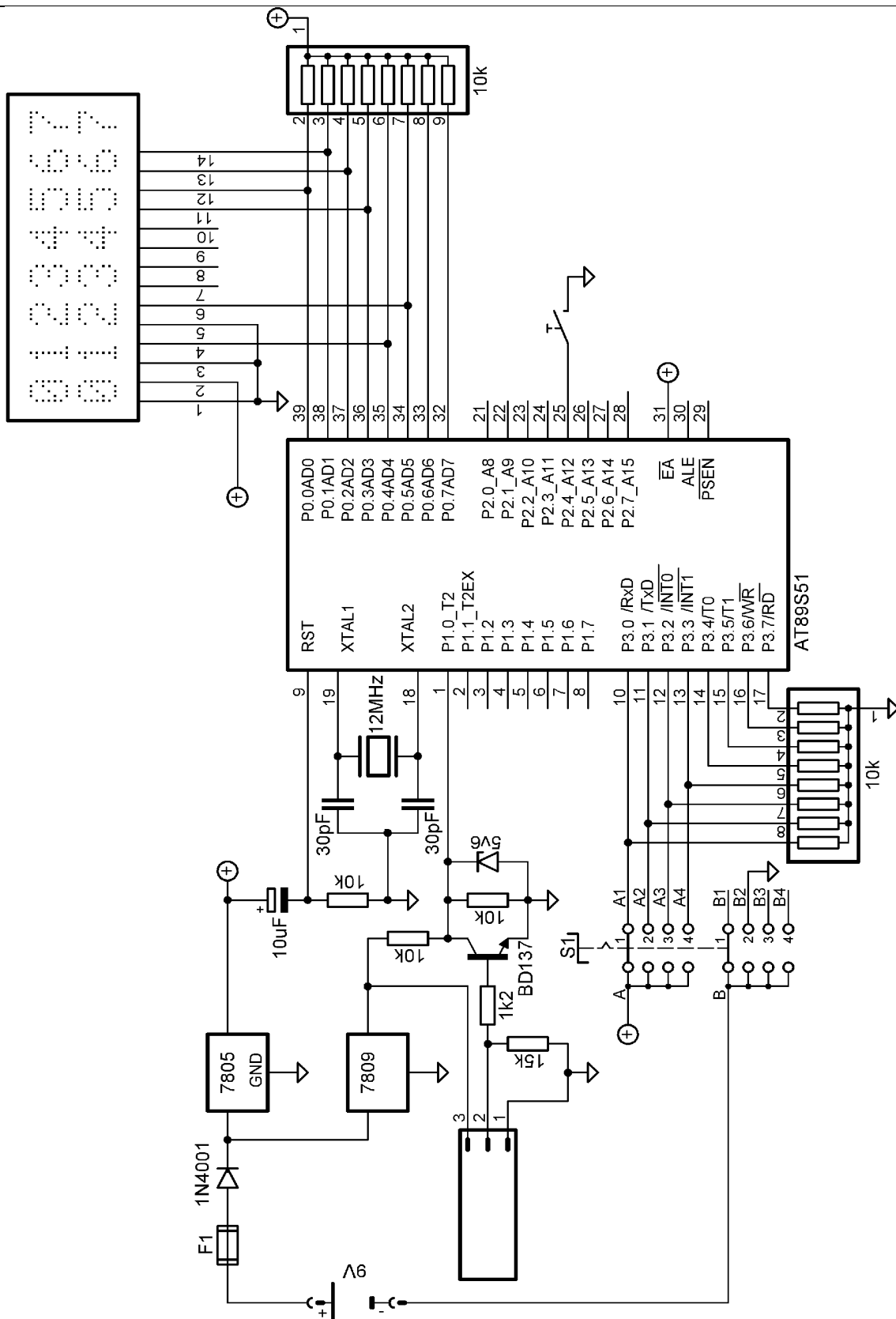
```

Kecepatan = 0
Pulsa = 0
Bintang = Saklar_bintang
Pewaktu = 0
'=====
Do
Debounce Tombol_satuan , 0 ,
Atur_satuan , Sub
Incr Pewaktu
Loop Until Pewaktu = 250
'=====
Do
Debounce Masukan , 0 ,
Simpang , Sub
Loop Until Pulsa = 1      '=====
Do
Waitms 19
Incr 20ms
Debounce Masukan , 0 ,
Simpang , Sub
Loop Until Pulsa = 1      '=====
Kecepatan = 3000 / 20ms      Cls
Lcd Bintang
Locate 1 , 2
Lcd "* SPEED"
Lowerline
'=====
If Satuan = 1 Then
Lcd Kecepatan
Locate 2 , 5
Lcd " RPM"
Else
Kecepatan = Kecepatan / 60
Lcd Kecepatan
Locate 2 , 5
Lcd " RPS"
End If
Loop      'ULANGI KE AWAL
'=====
Simpang:
Set Pulsa
Return
'=====
Atur_satuan:
If Satuan = 0 Then
Set Satuan
Else
Reset Satuan      End If
Return

```



Gambar 12. Flow Chart Program Alat Ukur Kecepatan Rotasi Belt Conveyor



Gambar 13. Skema rangkaian lengkap alat ukur kecepatan belt conveyor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat ukur kecepatan rotasi belt conveyor ini didesain portabel dan menggunakan baterai 9 V.



Gambar 15. Alat Ukur Kecepatan Rotasi dan Simulator Besi Pemotong Pulsa

Uji coba dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran alat ukur kecepatan rotasi ini dengan tachometer merk Lutron DT-1236L yang telah dikalibrasi dan bersertifikas ISO 9001, yang ada di Lab Teknik Elektro Institut Teknologi Padang.

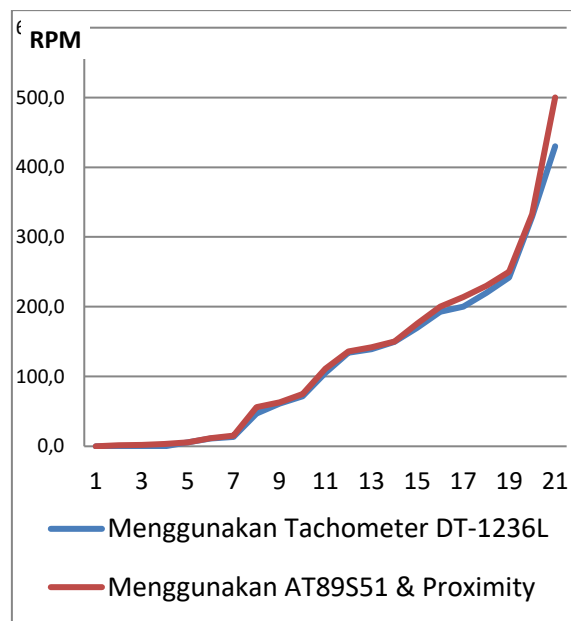


Gambar 16. Tachometer Lutron DT-1236L

Percobaan dilakukan pada kecepatan antara 0-500 rpm. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Percobaan Pengukuran

No.	Menggunakan	
	Tachometer Lutron DT-1236L	Mikrokontroler AT89S51 & Proximity
1	0,0	0,0
2	0,0	1,5
3	0,0	2,0
4	0,0	3,4
5	5,5	5,8
6	11,0	11,5
7	13,4	15,4
8	47,0	56,0
9	61,0	63,0
10	71,8	75,0
11	105,2	111,0
12	134,0	136,0
13	139,0	142,0
14	149,9	150,0
15	170,0	176,0
16	193,0	200,0
17	200,0	214,0
18	220,0	230,0
19	242,0	250,0
20	329,0	333,0
21	430,0	500,0



Gambar 17. Grafik Perbandinga Hasil Pengukuran antara Tachometerer Lutron DT-1236L dengan AT89S51 & Proximity.

Dari hasil pengukuran didapatkan perbedaan yang sangat kecil antara hasil pengukuran dengan error hasil pengukuran yang sangat kecil. Pengujian dilakukan pada skala 0 sampai 500 rpm. Lebih dari skala kecepatan rotasi belt c onveyor rata-rata yang diperkirakan kurang dari 200 rpm.

KESIMPULAN

Berdasarkan percobaan pengukuran yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa hasil pengukuran menggunakan alat ukur kecepatan rotasi *belt conveyor* mendekati nilai hasil pengukuran Tachometer Lutron DT-1236L. Alat ukur ini cukup akurat untuk mengukur kecepatan yang sangat rendah hingga 500 rpm. Adanya *off delay* yang terjadi pada sensor *inductive proximity* yang mencapai 0,35 ms menyebabkan alat ini tidak akurat untuk mengukur kecepatan tinggi. Untuk meningkatkan skala pengukuran, dapat dilakukan penggantian sensor dengan spesifikasi *off delay* yang lebih rendah. Program pada mikrokontroler dan rangkaian elektronika alat ini dapat dimodifikasi lebih lanjut sehingga jumlah bilah yang dipilih bisa lebih bervariasi agar dapat digunakan juga untuk pengukuran kecepatan roda gigi (*gear*) dan *sprocket* atau objek lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Erinofiardi, "Analisa Kerja Belt Conveyor 5857-V Kapasitas 600 Ton/Jam," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 3, no. 3, pp. 450–458, 2012.
- [2] S. S. Wibowo, A. Manaf, and T. Umar, "Analisis Pembebanan Belt Conveyor Menggunakan Motor Induksi 3 Fase 1, 5 KW dan VSD Sebagai Speed Controller," *J. Tek. Ilmu Dan Apl.*, vol. 1, no. 1, pp. 91–96, 2020.
- [3] O. Candra, A. Akmal Zoni, and S. Islami, "Development Of Media Trainer Motor Control Fault Simulation For Electromagnetic Control System Course," *Int. J. Sci. Technol. Res.*, vol. 9, p. 2, 2020, [Online]. Available: www.ijstr.org.
- [4] D. M. Prabowo and others, "Analisis Pengaruh Kecepatan Dan Massa Beban Pada Conveyor Belt Terhadap Kualitas Pengemasan Dan Kebutuhan Daya Dan Arus Listrik Di Bagian Produksi Pt. Indopintan Sukses Mandiri Semarang," Universitas Muhammadiyah Semarang, 2018.
- [5] J. A. Rapa, "Analisis Kapasitas Angkut Dan Kekuatan Bahan Belt Conveyor 2BC 3B Milik PT. Freeport Indonesia Menggunakan Metode Tensile Dan Bending," Universitas Hasanuddin, 2020.
- [6] M. Wijaya, *Dasar-Dasar Mesin Listrik*. Jakarta: Djembatan, 2001.
- [7] I. Putra, T. Kasim, and M. Gusman, "Kajian Teknis Kinerja Alat Transport Rubber Belt Conveyor pada Pengiriman Batu Kapur ke Storage Pabrik di Departemen Tambang PT. Semen Padang," *Bina Tambang*, vol. 3, no. 3, pp. 1153–1162, 2018.
- [8] M. S. Wijaya and T. Wrahatnolo, "Pengembangan Tariner Smarthome Microcontroller dengan Bluetooth pada Mata Pelajaran Instalasi Penerangan Listrik SMKN 1 Pungging," *J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 89–98, 2020.
- [9] S. Yondri, R. A. Nabawi, E. Sunitra, S. Islami, J. Asrul, and others, "The Machine Punch Mulch: A pneumatic pierching and control with fuzzy logic control," in *International Conference of Applied Science on Engineering, Business, Linguistics and Information Technology*, 2017, pp. 148–152.
- [10] F. Eliza, D. Elvanny Myori, O. Candra, and S. Islami, "The Validity Of Trainer On Materials Science And Devices Subject At Department Of Electrical Engineering," *Int. J. Sci. Technol. Res.*, vol. 8, no. 09, 2019, [Online]. Available: www.ijstr.org.