

RANCANG BANGUN ALAT PEMILAH DAN PENGHITUNG BARANG DENGAN MENGUNAKAN LASER BERBASIS MIKROKONTROLLER

C Hadi P

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, UNESA
indrahadipranata@gmail.com

Nurhayati

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, UNESA
nurhayati_unesa@yahoo.com

Abstrak

Tulisan ini membahas tentang pembuatan rancang bangun alat pemilih barang dan penghitung jumlah barang yang bekerja secara otomatis dengan menggunakan prinsip kerja laser. Alat ini dapat bekerja secara otomatis karena dikendalikan oleh mikrokontroler ATmega 16. Secara keseluruhan sistem ini terdiri dari perancangan sensor barang, pengendali barang, konveyor, dan catu daya. Tahapan uji coba alat ini meliputi, uji rangkaian sensor, uji coba rangkaian motor servo, dan uji coba alat pemilah dan penghitung barang otomatis. Hasil pengujian menunjukkan rancang bangun alat sudah dapat bekerja dengan baik dalam melakukan proses penyeleksian dan perhitungan jumlah barang.

Kata Kunci: sistem kendali, ATmega 16, conveyor, laser

Abstract

This paper discusses the design manufacture goods selector tool and countdown the number of items that work automatically by using the principle of laser. This tool can work automatically because it is controlled by a microcontroller ATmega 16. Overall the design of the system consists of sensors goods, goods controllers, conveyors, and power supply. Stages of test coverage tools, test sensor circuit, servo motor circuit testing, and testing tools automated sorter and counter items. The test results showed the design tools are able to work well in the process of selection and the calculation of the amount of goods.

Keyword : control system, Atmega 16, conveyor, laser

PENDAHULUAN

Perusahaan selalu berupaya untuk mengganti pekerjaan yang selama ini dilakukan oleh manusia untuk digantikan dengan mesin-mesin dalam rangka efisiensi dan peningkatan kualitas produksinya. Dengan kata lain banyak perusahaan melakukan otomasi produksinya. Misalnya, proses produksi yang pada awalnya masih dilakukan secara manual seperti pada proses packing. Pada proses industri manual dikerjakan oleh tenaga manusia dan membutuhkan jumlah tenaga kerja yang tidak sedikit dan membuat waktu proses produksi menjadi lebih lama. Selain itu sering terjadi human error pada industri manual ini karena melakukan pekerjaan secara berulang-ulang. Untuk mengatasi masalah itu, perusahaan yang menginginkan proses produksi yang lebih efektif dan efisien melakukan perubahan pola produksi dengan mengaplikasikan sistem otomasi dalam produksinya. Seperti halnya dalam memilih barang berdasarkan warna yang berbeda akan membutuhkan suatu alat yang bisa memilah produk-produk tersebut secara otomatis. Dengan adanya mikrokontroler dapat dimanfaatkan sebagai pengolah data dari sensor dan menjadikannya suatu tampilan akhir dalam proses pemilah barang. Otomatisasi akan

sangat membantu dalam proses produksi produk-produk tersebut. Dengan perkembangan teknologi

mikrokontroler dan komputer masalah pengendalian elektronis menjadi semakin mudah.

Dari berbagai permasalahan di atas penulis mencoba untuk bereksperimen dengan cara menuangkan ide melalui sebuah karya teknologi yang kiranya dapat menjawab ataupun mengurangi beban permasalahan tersebut. Alat yang akan dibuat adalah alat pemilah dan penghitung jumlah barang berdasarkan prinsip kerja laser. Pemilah Barang Berdasarkan Warna (Hitam dan Putih) Menggunakan Sensor Warna Berbasis Mikrokontroler..Alat ini juga diharapkan dapat mempermudah bagi kalangan akademisi dalam mempelajari sistem otomasi yang bisa diterapkan di industri.

Tujuan yang diharapkan dalam pembuatan prototype alat pemilah dan penghitung jumlah barang adalah:

- Mengetahui prinsip kerja alat pemilah barang menggunakan laser berbasis mikrokontroler.
- Mengetahui prinsip kerja alat penghitung jumlah barang menggunakan laser berbasis mikrokontroler

Manfaat yang diharapkan dalam pembuatan prototype alat pemilah dan penghitung jumlah barang adalah:

- Dapat membuat prototype alat pemilah barang menggunakan laser berbasis mikrokontroler.
- Mempermudah bagi kalangan akademisi dalam mempelajari sistem otomatisasi yang bisa diterapkan di industri.

KAJIAN PUSTAKA

Sensor Photodiode

Sensor yang dapat digunakan untuk pembuatan alat pemilah dan penghitung barang adalah photodiode. Supaya dapat digunakan sebagai sensor, maka photodiode dibias reverse. Cara kerja dari photodiode, resistansinya berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang diterima olehnya, karena sebenarnya suatu photon dapat mendorong elektron bebas untuk menyebrangi persambungan pn junction, dan menyebabkan arus untuk mengalir.

Photodiode, dapat disebut sebagai salah satu dari komponen sensor. Sensor yaitu suatu komponen yang digunakan untuk mengubah suatu besaran fisika kedalam bentuk sinyal listrik, di mana sensor itu merupakan bagian dari transducer. Photodiode adalah dioda sambungan p-n yang secara khusus dirancang untuk mendeteksi cahaya dan terdapat lapisan intrinsik antara lapisan p dan n. Piranti yang memiliki lapisan intrinsik disebut pin atau PIN photodiode. Photodiode dirancang beroperasi pada mode bias mundur. Arus bocor bias mundur meningkat dengan peningkatan level cahaya.

Pada LED atau laser, anak panah menunjuk ke luar, sementara pada photodiode, anak panah menunjuk ke dalam, itu artinya photodiode menerima cahaya, dan resistansinya berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang diterima olehnya, karena sebenarnya suatu photon dapat mendorong elektron bebas untuk menyebrangi persambungan pn junction, dan menyebabkan arus untuk mengalir.

Cahaya diserap di daerah penyambungan atau daerah intrinsik menimbulkan pasangan elektron-hole yang mengalami perubahan karakteristik listrik ketika energi cahaya melepaskan pembawa muatan dalam bahan itu, sehingga menyebabkan perubahan konduktivitas. Hal ini menyebabkan photodiode menghasilkan tegangan/ arus listrik jika terkena cahaya. Hal ini dapat ditunjukkan dengan rumus:

$$I = h \cdot f$$

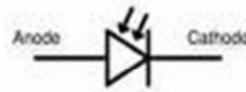
Dimana:

E_g = Energi foton

h = Potensial ionisasi ($4,136 \cdot 10^{-15}$ eV)

c = Kecepatan cahaya ($3 \cdot 10^8$ m/s)

λ = panjang gelombang (m)



Gambar 1. Simbol dan fisik photodiode

Laser

Laser (singkatan dari bahasa Inggris: *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) merupakan mekanisme suatu alat yang memancarkan radiasi elektromagnetik, biasanya dalam bentuk cahaya yang tidak dapat dilihat maupun dapat dilihat dengan mata normal, melalui proses pancaran terstimulasi. Pancaran laser biasanya tunggal, memancarkan foton dalam pancaran koheren. Laser juga dapat dikatakan efek dari mekanika kuantum.

Dalam teknologi laser, *cahaya yang koheren* menunjukkan suatu sumber cahaya yang memancarkan panjang gelombang yang diidentifikasi dari frekuensi yang sama, beda fase yang konstan^[1] dan polarisasinya. Selanjutnya untuk menghasilkan sebuah cahaya yang koheren dari medium *lasing* adalah dengan mengontrol kemurnian, ukuran, dan bentuknya. Keluaran yang berkelanjutan dari laser dengan amplitudo-konstan (dikenal sebagai *CW* atau *gelombang berkelanjutan*), atau detak, adalah dengan menggunakan teknik *Q-switching*, *modelocking*, atau *gain-switching*.

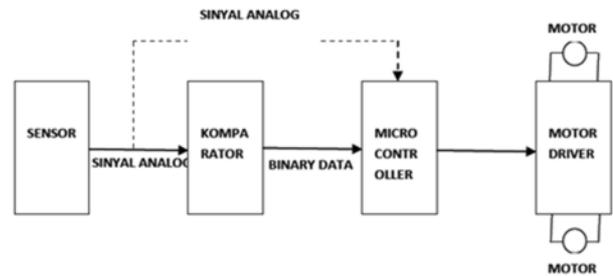
Dalam operasi detak, dimana sejumlah daya puncak yang lebih tinggi dapat dicapai. Sebuah medium laser juga dapat berfungsi sebagai penguat optik ketika di-*seed* dengan cahaya dari sumber lainnya. Sinyal yang diperkuat dapat menjadi sangat mirip dengan sinyal input dalam istilah panjang gelombang, fase, dan polarisasi; Ini tentunya penting dalam telekomunikasi serat optik.

Beberapa jenis laser, seperti *laser dye* dan laser vibronik benda-padat (*vibronic solid-state lasers*) dapat memproduksi cahaya lewat jangka lebar gelombang; properti ini membuat mereka cocok untuk penciptaan detak singkat sangat pendek dari cahaya, dalam jangka femtodetik (10^{-15} detik). Banyak teori mekanika kuantum dan termodinamika dapat digunakan kepada aksi laser, meskipun nyatanya banyak jenis laser ditemukan dengan cara *trial and error*.

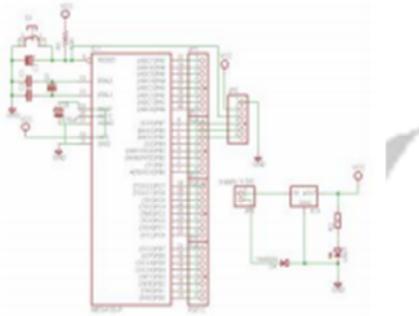
ATmega 16

Penggunaan mikrokontroler dalam suatu sistem minimum lebih menguntungkan dibandingkan dengan mikroprosesor sebab mikrokontroler tidak membutuhkan lagi memori dan I/O eksternal selama memori dan I/O internal dalam chip masih mencukupi. Secara umum IC keluarga AVR memiliki kelebihan pada siklus kerja yaitu dibutuhkan 1 clock untuk setiap siklus kerja serta mudah dalam hal pemrograman karena menggunakan bahasa C yaitu bahasa tingkat menengah. Mikrokontroler ATmega16 memiliki osilator internal (on chip oscillator) yang dapat digunakan sebagai sumber clock bagi CPU.

Jika menggunakan osilator internal diperlukan sebuah kristal antara pin xtal-1 dan xtal-2 dan kapasitor ke ground seperti gambar XX. Untuk kristalnya dapat digunakan frekuensi dari 0 sampai 16 MHz. Sedangkan untuk kapasitor menggunakan 33 pF. Pin xtal-1 terletak pada pin 13, berfungsi sebagai input bagi inverting oscillator amplifier. Pin xtal-2 terletak pada pin 12, berfungsi sebagai output inverting oscillator amplifier



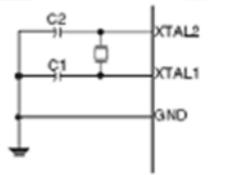
Gambar 4. Komparator



Gambar 2.

Rangkaian mikrokontroler AVR ATmega16.

. Rangkaian osilator kristal ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3 Rangkaian osilator kristal.

Mikrokontroler AVR ATmega16, dalam standart oprasionalnya memerlukan sebuah rangkaian reset yang berfungsi untuk mengembalikan ke kondisi awal.

Komparator

Komparator merupakan komponen elektronik yang membandingkan dua input tegangan lalu memberikan output sebagai High and Low. Komparator ini akan mengkondisikan sinyal atau tegangan yang dihasilkan oleh sensor ke level yang dapat diterima atau dikenali microcontroller sebagai logika "0" dan "1". Tegangan yang dibandingkan oleh komparator adalah tegangan dari keluaran sensor dengan tegangan referensi, yaitu tegangan yang dihasilkan oleh potensiometer yang dihubungkan ke Vcc. Pada dasarnya jika tegangan dari keluaran sensor (V_{in}) lebih besar dari tegangan referensi (V_{ref}) maka akan mengeluarkan logika "1". Sebaliknya jika lebih kecil maka akan mengeluarkan logika "0".

Motor Servo

Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *duty cycle* sinyal PWM pada bagian kontrolnya. Motor servo merupakan sebuah motor dc yang memiliki rangkaian elektronik dan internal gear untuk mengendalikan pergerakan dan sudut angularnya. Motor servo adalah motor yang berputar lambat, dimana biasanya ditunjukkan oleh *rate* putarannya yang lambat, namun demikian memiliki torsi yang kuat karena internal gearnya.

Conveyor

Conveyor merupakan alat pembawa barang atau sering disebut dengan ban berjalan. *Conveyor* lazim digunakan dalam dunia industri, fungsi *conveyor* adalah sebagai sarana transportasi barang dari satu proses menuju proses lainnya. Sistem *conveyor* digunakan apabila kita ingin memindahkan suatu material dalam jumlah yang banyak dari satu tempat ke tempat lain yang melewati suatu jalur, dimana perpindahan material yang terjadi yaitu secara kontinyu. Dalam system pemindahan stok barang ini, *conveyor* yang dibuat yaitu *belt conveyor*.

Catu Daya

Perangkat elektronika yang baik mestinya dicatu oleh suplai arus searah DC (*Direct Current*) yang stabil agar dapat bekerja dengan baik. Baterai atau *accu* adalah sumber catu daya DC yang paling baik. Namun untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya lebih besar, sumber dari baterai tidak cukup. Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak-balik atau AC (*Alternating Current*) dari pembangkit tenaga listrik. Untuk itu diperlukan suatu perangkat catu daya yang dapat mengubah arus AC menjadi DC.

METODE

Pada rancang bangun alat pemilah dan penghitung jumlah barang digunakan langkah-langkah sebagai berikut:

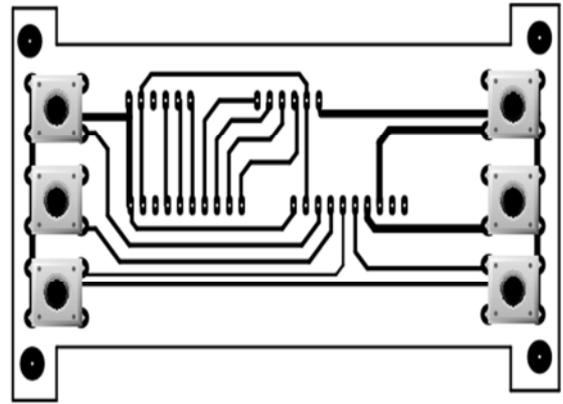
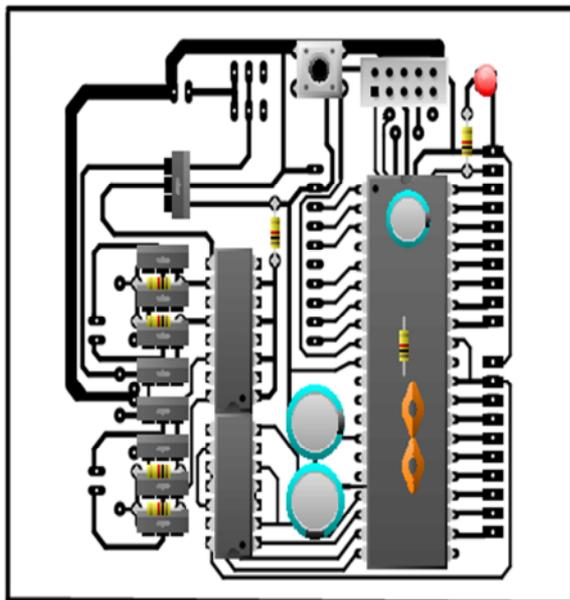


Gambar 5. Langkah penelitian

Pada proses peancangan dilakukan perancangan catu daya, rangkaian sensor, motor, conveyor dan penggunaan mikrokontroler untuk mengendalikan system. Sensor Laser berfungsi untuk mendeteksi dan menghitung benda yang melewati konveyor sebelum benda dieksekusi oleh motor servo. Untuk memudahkan penggunaan alat ini maka disediakan LED indikator sebagai indikator *run* dan *standby*. Indikator saat sistem berada pada keadaan *standby* digunakan LED warna kuning. Sedangkan saat sistem bekerja (*run*) digunakan LED warna hijau.

Layout PCB

Pembuatan *PCB* dilakukan dengan menggunakan *software PCB Wizard Proteus*. Skema elektronik yang dibuat *PCB* terdiri dari 4 rangkaian yaitu rangkaian mikrokontroler, catu daya, sensor benda dan rangkaian LED indikator.



Gambar 6. Gambar rangkaian

Alat dan bahan yang digunakan

Nama Bahan

| | |
|---------------------------|----------|
| Heat Shrink 2 mm | 1 Meter |
| Kabel Pelangi | 1 Meter |
| Photo Dioda 5 mm | 4 Buah |
| Led Superbright Red 5 mm | 4 Buah |
| Spicer 10 mm | 4 Buah |
| Led Hole 5 mm | 4 Buah |
| X-Tal 12 Mhz | 1 Buah |
| Mur Baut | 50 Biji |
| Buzzer Kecil | 1 Buah |
| Pipa PVC | 1 Lonjor |
| Motor Gear Box | 1 Buah |
| Mika AkriLik | 1 Lembar |
| Plat Aluminium | 40 x 50 |
| Gear Biasa | 2 Buah |
| PCB | 10 x 20 |
| Laser | 1 Buah |
| Minsys AVR ATEMEGA 16 | 1 Pack |
| Downloader AVR ATEMEGA 16 | 1 Buah |
| Kaleng Susu | 2 Buah |
| Cat Pylog Hitam | 1 Buah |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Setelah melakukan perakitan alat dan melakukan trial and error alat maka di lakukan pengujian sensor dan pengujian ketepatan alat dalam mendeteksi, memilah dan menghitung barang. Proses pengambilan data dilakukan dengan cara mengambil data sepuluh kali pengujian. Proses cara kerja alat diawali dengan meyalakan power Supply DC 24V. Sumber tegangan yang digunakan pada alat ini adalah adaptor +24 volt sebagai aktivator

rangkaian. Tegangan +24 volt tersebut akan digunakan untuk menggerakkan motor dan alat pendorong barang, lalu tegangan +5 volt digunakan sebagai aktivator Mikrokontroler.

Proses kerja alat adalah pertama menekan tombol ON-OFF pada rangkaian Minsys ATEMEGA 16 dan motor DC. Kemudian terjadi proses setting atau cek latar untuk membedakan warna hitam dan putih pada benda. Setelah cek latar, menaruh benda warna hitam/putih diatas sebuah konveyor yang akan berjalan melewati sensor pendeteksi warna dan jumlah benda. Maka akan secara otomatis sensor laser dan sensor warna dapat membedakan antara warna hitam dan putih dengan menggunakan rangkaian Mikrokontroler. Bila benda hitam yang terdeteksi oleh sensor maka benda akan dipindahkan ke bagian kanan oleh lengan robot, sedangkan bila sensor mendeteksi benda berwarna putih maka benda akan secara otomatis dipindahkan ke arah kiri

Tabel 1. Ketepatan memilah barang

| Percobaan ke | Ketepatan memilah |
|--------------|-------------------|
| 1 | tepat |
| 2 | tepat |
| 3 | tepat |
| 4 | tepat |
| 5 | tepat |
| 6 | tepat |
| 7 | tidak tepat |
| 8 | tepat |
| 9 | tepat |
| 10 | tepat |

Selain pengujian dalam hal ketepatan memilah barang maka juga dilakukan ketepatan dalam menghitung barang. Pada pengujian ini tiap percobaan dilakukan sepuluh kali percobaan untuk mengetahui ketepatan perhitungan .

Tabel 2. Ketepatan perhitungan jumlah barang

| Percobaan ke | Ketepatan perhitungan |
|--------------|-----------------------|
| 1 | tepat |
| 2 | tepat |
| 3 | tidak tepat |
| 4 | tepat |
| 5 | tepat |
| 6 | tepat |
| 7 | tidak tepat |
| 8 | tepat |

| | |
|----|-------|
| 9 | tepat |
| 10 | tepat |

Pada pengujian ini untuk melihat kestabilan kecepatan konveyor pada saat membawa barang.

Tabel 3. Lama waktu barang mencapai sensor

| Data ke | Lamanya Barang Mencapai Sensor (sekon) |
|-----------|--|
| 1 | 4.3 |
| 2 | 4.10 |
| 3 | 3.80 |
| 4 | 4.20 |
| 5 | 4.30 |
| 6 | 3.90 |
| 7 | 4.10 |
| 8 | 4.20 |
| 9 | 3.80 |
| 10 | 3.90 |
| Rata-rata | 4.06 |

Untuk mengetahui ketepatan sensor dalam pendeteksian maka dilakukan pengujian dengan cara memberikan barang dengan panjang dan lebar yang sama hanya dengan tinggi yang berbeda. Untuk barang dengan ketinggian yang sama dilakukan sepuluh kali pengujian dan di lihat tingkat kesalahan dalam pemilahan barang. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh jarak jangkauan sensor.

Tabel 4. Ketepatan pendeteksian berdasarkan ketinggian

| Tinggi benda | Tingkat kesalahan |
|--------------|-------------------|
| 5 cm | 1 kali kesalahan |
| 4 cm | 1 kali kesalahan |
| 3 cm | 2 kali kesalahan |
| 2 cm | 2 kali kesalahan |
| 1 cm | 3 kali kesalahan |

Pebahasan

Pada sensor fotodioda, apabila sensor terhalang maka dihasilkan tegangan. Ketika sensor terhalang akan terjadi aktif high sehingga tegangan lebih tinggi di bandingkan ketika sensor tidak terhalang. Karena ketika sensor tidak terhalang maka terjadi aktif low. Photodioda digunakan sebagai komponen pendeteksi ada tidaknya cahaya maupun untuk membentuk alat ukur akurat yang dapat mendeteksi intensitas cahaya .

Photodiode mempunyai resistansi yang rendah pada kondisi forward bias. Photodiode ini dapat dimanfaatkan pada kondisi reverse bias dimana resistansi dari photodiode akan turun seiring dengan intensitas cahaya yang diterima.

Pada saat cahaya dari laser terhalang benda putih maka intensitas cahaya yang diterima photodiode akan lebih besar sehingga arus yang mengalir lebih besar dan resistansinya kecil. Sebaliknya jika cahaya dari laser terhalang benda hitam maka cahaya akan banyak terserap oleh benda sehingga intensitas cahaya yang diterima lebih kecil maka resistansi pada photodiode akan besar. Dengan adanya perubahan resistansi maka Vout pada sensor juga akan berubah.

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa system sudah dapat bekerja dengan baik. Pada table 1 hanya ada satu kesalahan dalam pemilahan barang hal ini mungkin disebabkan ada kekeliruan program dalam mendeteksi barang. Pada table 2 dapat terlihat pada saat proses perhitungan barang yang di tunjukkan LCD untuk tiap kali pengambilan data sepuluh kali percobaan terjadi dua kali kesalahan. Hal ini juga dapat disebabkan oleh kesalahan program dalam menghitung jumlah barang. Namun dapat disimpulkan system ini secara keseluruhan sudah baik dalam hal menghitung jumlah barang. Pada table 3 ditunjukkan rata-rata barang mencapai konveyor antara semua percobaan tidak terlalu berbeda jauh sehingga dapat disimpulkan motor penggerak konveyor juga dapat bekerja dengan baik.

Pada table 4 terlihat bahwa sensor hanya bisa bekerja dengan baik untuk barang yang mempunyai ketinggian 5 atau 4 cm karena untuk barang yang mempunyai ketinggian kurang dari 4 cm akan terjadi kesalahan pendeteksian. Hal ini dikarenakan intensitas cahaya yang diterima sensor sangat kecil karena benda terlalu pendek dan pembacaan tegangan pada sensor oleh rangkaian komparator di seting hanya untuk batas tegangan tertentu yang hanya cocok dilakukan untuk benda dengan ketinggian 4 dan 5 cm. Namun dari beberapa data yang di hasilkan dapat disimpulkan alat pemilah dan penghitung jumlah barang dapat bekerja dengan baik.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari beberapa tahap perancangan, pembuatan dan pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan antara lain :

1. Sensor Laser sudah bekerja baik bila hanya digunakan untuk mendeteksi dan menghitung benda.
2. Penggunaan laser sudah sangat tepat karena karakteristik laser yang hanya mengeluarkan cahaya dengan titik tertentu sehingga sensor dapat mendeteksi benda dengan baik.

Saran

Dalam pembuatan simulasi ini masih ada kekurangan yang harus diperbaiki, diantara lain:

1. Simulasi ini hanya dapat bekerja dua warna yaitu hitam dan putih maka dari itu bisa dikembangkan

lagi untuk dapat memilah benda berbagai warna.

2. Simulasi ini hanya dapat bekerja setiap satu step proses kerja sudah terselesaikan. Maka dari itu, dapat dikembangkan dengan membuat sistem yang terintegrasi yaitu sistem dapat bekerja bila terus ada input benda tanpa harus menunggu proses pertama selesai.

DAFTAR PUSTAKA

Andrianto Heri 2008, *Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmega 16*

Budiharo, Widodo. 2005. *Perancangan Sistem dan Aplikasi Mikrokontroler*. Elex Media Komputindo. Jakarta.

Boylestad, Robert dan Nashelsky, Louis. 1992. *Electronic Devices and Circuit Theory*. Prentice Hall International. New Jersey

Dyah Nur'ainingsih, Irwan Tri Handoyo, *Sistem Kendali Conveyor Otomatis Berbasis Mikrokontroler AT89S51*, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadana

