

ROBOT PENGIKUT OBJEK BERWARNA MERAH YANG BERGERAK DENGAN KAMERA C3088 DAN MIKROKONTROLER ATMEGA 32

Mariza Azhar¹, Adhi Susanto², Astria Nur Irfansyah³

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, FT UGM

^{2,3} Dosen Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informas, FT UGM

Abstrak

Perkembangan teknologi robot visual di Indonesia saat ini kurang pesat. Kebanyakan adalah robot yang bernavigasi dengan sensor dinding. Pemakaian sensor kamera untuk robot sangat banyak kelebihanannya, misalnya pengenalan pola objek tertentu baik dari bentuknya maupun warnanya, sehingga seolah-olah robot dapat melihat dan membedakan objek. Selama ini dalam beberapa kontes robot terutama KRCI (Kontes Robot Cerdas Indonesia) dan KRI (Kontes Robot Indonesia) belum digunakan sensor kamera untuk bernavigasi dan mengenali objek.

Robot pengikut warna adalah salah satu aplikasi yang dapat diterapkan dengan menggunakan modul kamera C3088. Robot ini bergerak ke segala arah mengikuti gerakan objek dengan warna tertentu. Dalam KRCI (Kontes Robot Cerdas Indonesia) divisi battle diperlukan kemampuan robot yang dapat mengenali warna, yaitu untuk mengambil objek berupa bola tenis dan bola pingpong.

Teknologi robot pengikut warna yang dibuat dapat diterapkan pada KRCI divisi battle untuk mengenali objek, karena telah diuji coba dapat mengetahui lokasi objek dengan tepat dan dan berespons cepat tanpa memerlukan lagi algoritma pemetaan yang memiliki resiko kegagalan cukup tinggi.

Kata kunci : robot visual, pengenalan pola, modul kamera C3088, robot pengikut warna, KRCI divisi battle

1. Pendahuluan

Robot yang berfungsi untuk mengenali objek dengan bentuk tertentu dan warna tertentu dapat dilakukan dengan dua cara, pertama dengan metode pengenalan ruang yaitu dengan memanfaatkan sensor kompas dan sensor jarak untuk bernavigasi mengenali lokasi objek. Dengan metode ini robot tidak mengenali bentuk dan warna objek. Kedua adalah dengan sensor camera, dengan sensor ini robot dapat mengenali bentuk dan warna objek sehingga robot seolah-olah melihat.

Metode kedua diatas dalam mengenali objek pada saat ini ditingkat perguruan tinggi di Indonesia masih belum familiar. Oleh karena itu pada skripsi kali ini mencoba untuk mengembangkan teknologi robot dengan menggunakan modul camera C3088 dengan sensor citra OV6620 yang di proses dengan mikrokontroler AVR ATmega32.

2. Landasan Teori

Robot ini menggunakan sensor kamera C3088 produk omnivision yang berfungsi untuk mendeteksi objek. Robot ini menggunakan kontrol otomatis yaitu kontrol PID, kontrol PID

digunakan sebagai kompensator yang menerima input berupa bobot error dari input. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai modul kamera C3088 dan kontrol PID.

2.1 Definisi Robot

Robot berasal dari kata "robota" yang dalam bahasa Ceko yang berarti budak, pekerja atau kuli.

Pada kamus Webster pengertian robot adalah "An automatic device that performs function ordinarily ascribed to human beings"

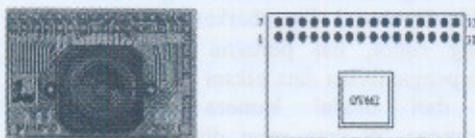
Dari kamus Oxford diperoleh pengertian robot adalah "A machine capable of carrying out a complex series of actions automatically, especially one programmed by a computer".

2.2 Definisi Warna

Warna dapat didefinisikan secara obyektif/fisik sebagai sifat cahaya yang dipancarkan, atau secara subyektif/psikologis sebagai bagian dari pengalaman indera pengelihatan. Secara obyektif atau fisik, warna dapat diberikan oleh panjang gelombang. Dilihat dari panjang gelombang, cahaya yang tampak oleh mata merupakan salah satu bentuk pancaran

energi yang merupakan bagian yang sempit dari gelombang elektromagnetik.

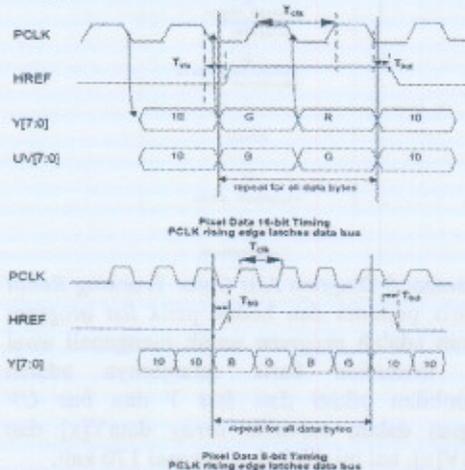
2.3 Modul kamera C3088



Gambar 1 Modul Camera C3088

C3088 adalah modul kamera berwarna yang diproduksi oleh Omnivision dengan teknologi CMOS dan antarmuka digital, sehingga C3088 adalah modul kamera *low cost* dengan aplikasi *video* dan gambar kualitas tinggi.

C3088 memiliki *8/16 port video digital* yang mengeluarkan data secara terus menerus. Semua fungsi modul kamera seperti *exposure*, *gamma*, *white balance*, *color matrix*, *windowing* dapat di setting melalui antarmuka *i2c*.



Gambar 2 Bentuk Data Pixel (keluaran RGB)

Sensor Citra OV6620 memiliki *port Video Output* dengan berbagai format untuk memenuhi berbagai aplikasi/ kebutuhan yang berbeda.

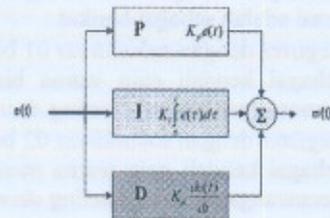
2.4 Kontrol PID

Kompensator PID adalah kompensator yang bersifat otomatis atau bisa disebut juga kendali otomatis. Kendali ini dikatakan otomatis karena dengan sendirinya dapat memberikan tanggapan sesuai inputnya yang berupa error dari selisih kondisi yang diinginkan dengan kondisi aktual.

Kendali PID didefinisikan dengan persamaan berikut :

$$m(t) = k_p e(t) + k_i \int_0^t e(t) dt + k_d \frac{de(t)}{dt} \dots (1)$$

Diagram kotak pada persamaan (1) diatas adalah seperti pada gambar 3 dibawah

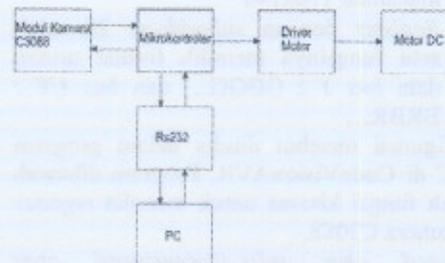


Gambar 3 Diagram Blok Kontrol PID

Pada persamaan (1) diatas $e(t)$ adalah input yang berubah terhadap waktu dan $m(t)$ adalah output yang berubah terhadap waktu. Setiap konstanta PID yaitu K_p , K_d , K_i memiliki fungsi yang berbeda dalam menghasilkan tanggapan terhadap input.

3. Perancangan Sistem

Robot yang dirancang memiliki beberapa fungsi yang mana setiap fungsi yang dirancang memiliki system yang berbeda, tetapi secara keseluruhan robot yang dirancang memiliki sistem seperti pada Gambar berikut:



Gambar 4 Diagram Kotak Sistem

Robot ini menggunakan modul kamera C3088 dengan sensor citra OV6620 sebagai sensor yang memiliki data 8/16 bit yang kemudian data diproses oleh *processor* yaitu menggunakan mikrokontroler AVR ATMEGA32 sesuai dengan fungsinya masing-masing. Mikrokontroler ATMEGA32 selain berfungsi sebagai pengolah data juga memiliki fungsi sebagai berikut:

- Mensetting *register* pada modul kamera C3088 melalui antarmuka *i2c*.
- Menghasilkan PWM untuk menggerakkan motor DC.
- Mengatur kecepatan dan arah motor DC.
- Mengirim data sensor ke *terminal computer* dengan komunikasi serial melalui RS232

3.1 Konfigurasi *i2c* Modul Kamera

Modul kamera C3088 memiliki *register* yang dapat dikonfigurasi sesuai dengan kebutuhan

pemakai. Pada perancangan alat ini *register* yang di konfigurasi adalah sebagai berikut :

- *Register* dengan *subaddress* 01 berfungsi sebagai kendali gain warna biru pada perancangan alat ini diseting *decrease*
- *Register* dengan *subaddress* 02 berfungsi sebagai kendali gain warna merah pada perancangan alat ini diseting *decrease*
- *Register* dengan *subaddress* 0C berfungsi sebagai *white balance background blue channel* yang diseting *decrease*
- *Register* dengan *subaddress* 0D berfungsi sebagai *white balance background red channel* yang diseting *decrease*
- *Register* dengan *subaddress* 11 berfungsi sebagai *clock prescaler* yaitu 5
- *Register* dengan *subaddress* 12 yang salah satu fungsinya memilih *output data video RGB* dan *auto white balance enable*
- *Register* dengan *subaddress* 14 salah satu fungsinya memilih ukuran *frame* maksimal 176x144
- *Register* dengan *subaddress* 28 salah satu fungsinya memilih format urutan data bus Y : GGGG... dan bus UV : BRBR...

Konfigurasi tersebut ditulis dalam program bahasa C di CodeVisionAVR. Program dibawah ini adalah fungsi khusus untuk menulis *register* modul kamera C3088.

```
unsigned char tulis_i2c(unsigned char
address, unsigned char data)
{
    i2c_start();
    i2c_write(0xC0);
    i2c_write(address);
    i2c_write(data);
    i2c_stop();
    delay_ms(30);
    return;
}
```

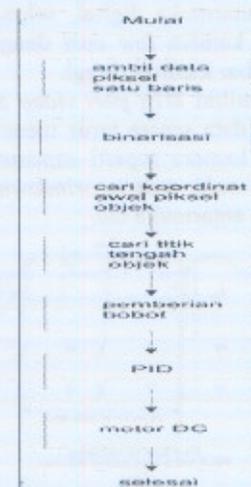
Kemudian di fungsi main ditulis program inialisasi *register* modul kamera C3088 seperti dibawah ini :

```
tulis_i2c(0x01, 0x00);
tulis_i2c(0x02, 0x00);
tulis_i2c(0x0c, 0x00);
tulis_i2c(0x0d, 0x00);
tulis_i2c(0x11, 0x10);
tulis_i2c(0x12, 0x2c);
tulis_i2c(0x14, 0x20);
tulis_i2c(0x28, 0x05);
```

Program diatas adalah pemanggilan fungsi khusus tulis i2c yang menunjukkan alamat dan *sub* alamat *register* yang di seting.

3.2 Algoritma Color Tracking Robot

Pada Gambar 5 digambarkan algoritma *color tracking robot*, hal pertama yang dilakukan adalah pengambilan data piksel yang berupa data RGB dari modul kamera C3088. Pada perancangan ini data yang diambil adalah per baris, berikut ini adalah *program* pengambilan data sebanyak 170 piksel dalam satu baris.



Gambar 5 Diagram Alir *Color Tracking Robot* Baris pertama dan kedua pada *list* program dibawah adalah *program* untuk mengenali awal baris, kemudian baris selanjutnya adalah pengambilan piksel dari bus Y dan bus UV disimpan dalam *variable array* dataY[x] dan dataUV[x], hal ini dilakukan sampai 170 kali.

```
while(href==1);
while(href==0);
for(x=1;x<172;x++)
{
    while(pclk==1);
    while(pclk==0);
    dataY[x]=PINA;
    dataUV[x]=PINB;
}
```

Data pada bus Y dan bus UV masing masing memiliki urutan GGGG... dan BRBR..., oleh karena itu dibutuhkan *program* untuk mengambil piksel yang terdiri dari RGB sebagai berikut:

```
for(h=1;h<171;h++)
{
    if(k==0)
    {
        red=dataUV[h+1];
        green=dataY[h];
```

```

blue=dataUV[h];
if(red>70>green){c++;};
k=1;
}
else
{
red=dataUV[h];
green=dataY[h];
blue=dataUV[h+1];

if(red>70>green){c++;};
k=0;
}

if(c==1){c1=h;
}

```

Nilai awal $k=0$ sehingga piksel RGB yang diambil dari urutan bus Y : GGGG... dan bus UV : BRBR... adalah R diambil dari bus UV piksel urutan ke $h+1$, G diambil dari bus Y piksel urutan ke h dan B diambil dari bus UV piksel urutan ke h , maka diperoleh piksel RGB urutan ke h . kemudian untuk data piksel RGB urutan selanjutnya yaitu $h+1$ maka R diambil dari bus UV piksel urutan ke $h+1$, G diambil dari bus Y piksel urutan ke $h+1$ dan B diambil dari bus UV piksel urutan ke $h+2$. Kemudian dilakukan segmentasi untuk membedakan antara warna objek yaitu merah dengan latar belakang.

Variable c adalah *variable counting*, jika ada piksel objek, maka akan melakukan *counting* untuk mengetahui banyaknya piksel dalam satu baris tersebut.

Kemudian adalah membaca posisi piksel awal dari objek yaitu jika $c=1$ maka nilai koordinat h akan disimpan sebagai $c1$. Setelah diperoleh posisi piksel awal objek dan jumlah piksel objek dalam satu baris, maka di cari titik tengahnya

$$c2=c1+(c*0.5);$$

Variable $c2$ adalah titik tengah objek dalam satu baris. Titik tengah ini akan digunakan untuk mengetahui posisi objek sehingga robot dapat mengatur posisinya.

3.3 Perancangan Kontrol PID

Robot ini dikontrol dengan PID sehingga titik tengah yang telah diperoleh akan menentukan *input* yaitu berupa bobot yang besarnya telah diatur sebagai berikut

```

if(c2>0&& c2<=5){e=28;}
else
.
.
.
if(c2>60&& c2<=65){e=4;}

```

```

else
if(c2>65&& c2<=70){e=2;}
else
if(c2>70&& c2<=100){e=0;}
else
if(c2>100&& c2<=105){e=-2;}
else
if(c2>105&& c2<=110){e=-4;}
else
.
.
.
if(c2>165&& c2<=170){e=-28;}
else{e=e0;};

```

Variable e adalah bobot *input*, sebelah kiri bagian piksel diberi bobot e positif sedangkan sebelah kanan diberi bobot *negative* yang nilainya semakin besar jika menjauhi titik tengah. Bobot ini akan menentukan respon motor kanan dan kiri yang dikontrol oleh PID. Untuk objek dengan jarak yang jauh

4. Pengujian dan Analisis

Pengujian color tracking robot dilakukan dengan cara robot di hadapkan ke objek berwarna merah yang pada pengujian kali ini adalah kertas origami berwarna merah yang dilipat, kemudian objek digerakan ke segala arah. Berikut adalah Tabel 1 macam-macam pergerakan objek pada robot serta hasilnya.

Tabel 1 Macam-macam pergerakan dan respon robot

Macam gerakan objek	Letak objek terhadap robot	Respon robot
Mendekati robot	Tengah	Robot mundur sampai jarak setpoint
Mendekati robot	Kanan	Robot mundur dengan gerakan belok kearah kiri sampai setpoint
Mendekati robot	Kiri	Robot mundur dengan gerakan belok kearah kanan sampai setpoint
Pada jarak setpoint	Tengah	Diam
Pada jarak setpoint	Kanan	Putar kanan sampai setpoint
Pada jarak setpoint	Kiri	Putar kiri sampai setpoint
Menjauhi robot	Tengah	Robot maju sampai jarak setpoint

Menjauhi robot	Kanan	Robot maju dengan gerakan belok kanan sampai setpoint
Menjauhi robot	Kiri	Robot maju dengan gerakan belok kiri sampai setpoint

Kemudian untuk menguji keberhasilan pengenalan objek berwarna merah maka robot di uji dengan objek berwarna selain merah, berikut adalah Tabel 2 macam-macam warna objek dan respon robot.

Tabel 2 Macam-macam warna objek dan respon robot

Warna objek	Respon robot
Hijau	Diam
Biru	Diam
Coklat	Diam
Hitam	Diam
Putih	Diam
Kuning	Diam
Jingga	Diam

Berdasarkan Tabel 2 diatas maka pengenalan objek berwarna merah berhasil dengan baik sehingga robot dapat membedakan antara objek berwarna merah dengan latar belakang yang memiliki warna bervariasi.

5. Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan, pengujian dan analisa pada perancangan alat ini diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Robot dapat mengikuti objek berwarna merah dengan respon yang cepat.
2. Kontrol PID yang diterapkan menghasilkan respon yang stabil pada robot.

6. Referensi

1. Anonim A, 2000, "Data Sheet OV6620", Omnivision.
2. Anonim B, 2009, "User Manual CodeVisionAVR Version 2.04.5".
3. Ahmad, Usman, 2005, "Pengolahan Citra Digital", Graha Ilmu, Yogyakarta.
4. Mutaqin, Plato, "Penerapan Metode Thresholding dan Center Of Object Pada Robot Pengikut Warna Hijau Menggunakan Kamera C3088", Tugas Akhir, UGM : Yogyakarta.
5. Navarro Oiza, Inaki, 2004, "Digital Project Digital Camera Interface".
6. Orlando, John, 2007, "AVRcam Code Commentary".
7. Phillips dan Harbor, "Feedback Control System", Prehallindo, Jakarta.