

UVTron SEBAGAI SENSOR PENDETEKSI API

Tri Nur Arifin¹, Any K Yapie², Syaeful Ilman³

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, Universitas Gunadarma Jakarta

³Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Dian Nusantara, Jakarta

Corresponding author

E-mail: tri.nur.arifin@undira.ac.id



Diterima : 10/02/2021
Direvisi : 24/02/2021
Dipublikasi : 10/03/2021

Abstrak: Hingga sekarang banyak robot-robot yang diciptakan dari tangan-tangan kreatif, diantaranya robot pemadam api. Begitu banyak sensor-sensor yang digunakan pada robot pemadam api, salah satunya adalah sensor api. Begitu banyak sensor api yang beredar dipasaran salah satunya adalah sensor api UVTron Hamamatsu. Sensor api ini memiliki 2 buah bagian, yaitu bagian rangkaian driver dan tabung flame. Penelitian ini bertujuan merancang, percobaan dan menganalisis dari kekuatan jarak jangkauan sensor api UVTron untuk mendeteksi keberadaan api di sekitarnya. Setelah melakukan perancangan, percobaan dan analisis, maka dapat disimpulkan bahwa sensor api UVTron dengan menggunakan modul driver C10423 dapat bekerja dengan baik. Karena dari penelitian yang dilakukan, peneliti mendapatkan data bahwa sensor UVTron ini dapat mendeteksi keberadaan api sejauh 540 cm dengan posisi titik api berada di sudut 00 dari tabung flame UVTron. Serta didapat lokasi-lokasi yang menurut datasheet tidak terdeteksi tapi pada prakteknya terdeteksi dengan baik. Ini membuktikan bahwa sensitifitas pada UVTron sangat baik.

Kata Kunci: Robot, Penguat, Sensor Api

PENDAHULUAN

Robot diciptakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaannya dan untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan yang sulit agar mengurangi resiko kecelakaan kerja pada manusia. Hingga saat ini, sudah banyak robot yang diciptakan dalam berbagai bentuk dan fungsinya menyesuaikan kebutuhan manusianya.

Begitu banyak inovasi-inovasi robot yang telah diciptakan di dunia ini sesuai dengan perkembangan zaman. Dan perkembangan inovasi sensor-sensor pendukung robotpun telah banyak diciptakan agar robot dapat bekerja dengan sempurna sesuai yang dirancang. Sensor yang digunakan pada setiap robot mengikuti kebutuhan setiap robot tersebut untuk menunjang pekerjaannya.

Sensor pada robot juga bisa disebut sebagai indra. Sensor berfungsi sebagai pembaca informasi yang ada dilapanagn atau lingkungan robot untuk memberikan data-data yang dibutuhkan robot. Data-data tersebut akan diproses oleh pusat control robot yang nantinya akan di eksekusi oleh bagian keluaran (output).

Banyak sensor-sensor yang telah diciptakan, yaitu ada sensor jarak, sensor suara, sensor air, sensor wajah, sensor suhu, sensor api dan masih banyak lagi sensor-sensor yang dapat mendukung kerja dari robot. Banyak sensor api yang beredar dipasaran. Setiap sensor memiliki cara kerja yang berbeda-beda serta teknologi yang berbeda-beda untuk menghasilkan informasi tentang pendeteksian keberadaan api.

Salah satunya adalah sensor api UV Tron Hamamatsu. Sensor ini sering digunakan pada robot-robot dalam ajang perlombaan dikarenakan begitu akuratnya sensor ini mendeteksi keberadaan api. Sensor api ini memiliki 2 buah bagian, yaitu bagian rangkaian driver dan tabung flame.

Tujuan

Merancang, percobaan dan menganalisis dari kekuatan jarak jangkauan sensor api UVTron untuk mendeteksi keberadaan api di sekitarnya

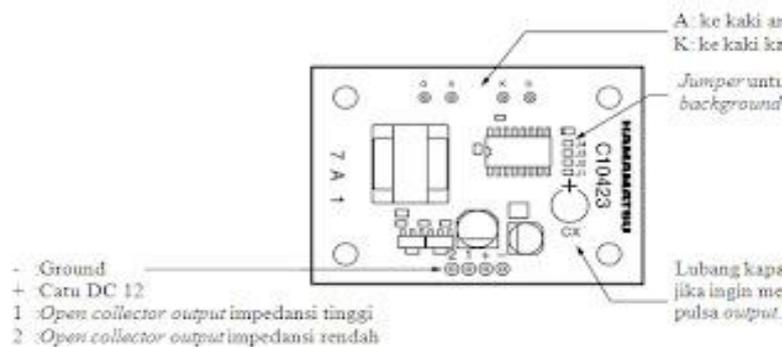
KAJIAN PUSTAKA

Sensor Pendeteksi Api

Untuk mendeteksi keberadaan sumber api digunakan sensor yaitu sensor ultraviolet. Banyak macam sensor ultraviolet dipasaran namun sensor ultraviolet yang digunakan kali ini yaitu modul Hamamatsu UVTron *flame detector* dengan tabung sensor tipe R9454 dan *driving circuit* tipe C10423. Gambar 1 Memperllihatkan modul *driver* UVTron dan tabungnya dan Gambar 2 menunjukan Skematis modul uvtron hamamatsu C10423.

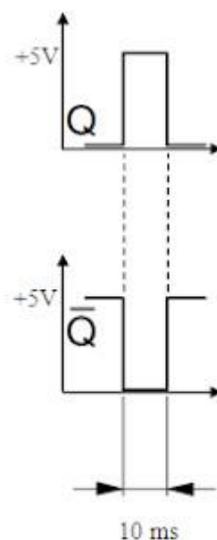


Gambar 1. Modul driver dan Tabung UVTron



Gambar 2 Skematis modul uvtron hamamatsu C10423

Untuk mengaktifkan modul UVtron ini, memerlukan tegangan sumber sebesar 12V hingga 24V. *Output* yang dihasilkan oleh modul UVTron ini berupa pulsa-pulsa persegi yang memiliki periodanya tergantung dari intensitas cahaya ultraviolet yang ditangkapnya oleh tabung UVtron. Periode maksimumnya mencapai 10 ms. *Output* yang dihasilkan terdapat dua bentuk, yaitu *output* dengan kondisi aktif *low* dan *output* dengan kondisi aktif *high*. Bentuk kedua jenis *output* UVTron ditunjukkan pada Gambar 1



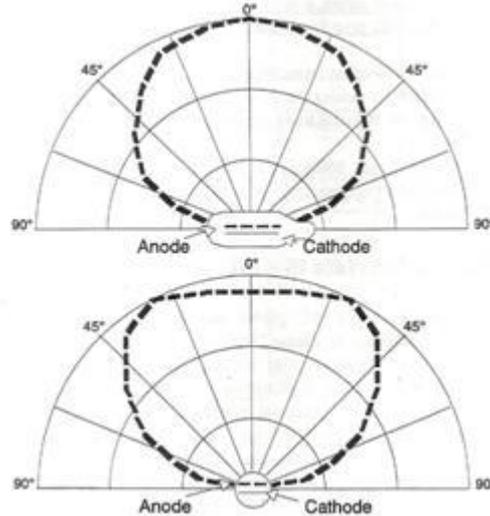
Gambar 3. Perbandingan Output Q dan UVTron

Kedua *output* ini bersifat *open collector*, artinya perlu ditambahkan *pull up* terlebih dahulu untuk memperkuat sinyal keluarannya. *Pull up* yang digunakan terdapat dua jenis, yaitu *pull up internal* yang telah dimiliki oleh mikrokontroler dan menggunakan rangkaian *pull up external*. Jika *output* yang akan digunakan adalah *output 1*. *Output* ini bersifat *active low* yaitu *output* bernilai nol ketika mendeteksi adanya api. *Output 1* dihubungkan langsung ke pin PA.0 mikrokontroler yang telah diaktifkan *pull up internal*nya atau sambungkan ke rangkaian *pull up externa*.

Karakteristik sensor api

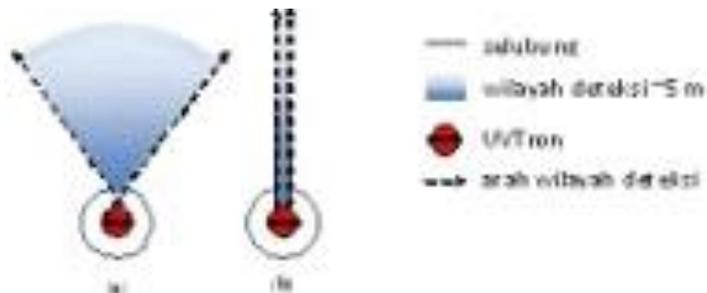
Radiasi atau jangkauan sensor UVtron memiliki wilayah deteksi yang luas. Luas jangkauan sensor dapat berbeda-beda tergantung letak sensor. Ketika sensor diletakan secara horizontal

berbentuk lingkaran penuh namun ketika sensor diletakan secara vertikal maka jangkauan sensor seperti lingkaran yang terpotong. Untuk lebih jelasnya perhatikan Gambar 4



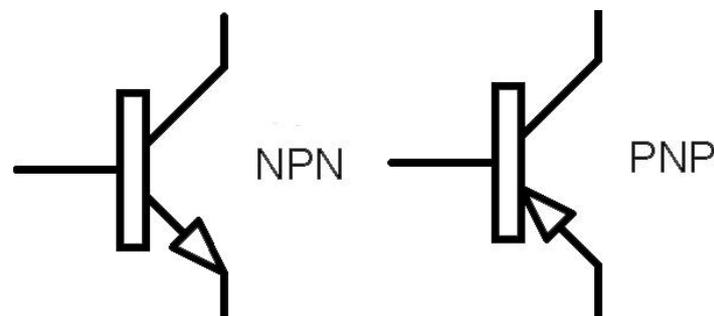
Gambar 4. Karakteristik wilayah deteksi sensor

Unruk membatasi wilayah deteksi UVtron contoh pada Gambar 5, maka disarankan menggunakan selubung dengan cara (b) karena untuk mendapatkan sudut api yang paling spesifik.



Gambar 5. Contoh menyelubungi UVTron Transistor

Transistor adalah komponen elektronika yang terbuat dari bahan semi konduktor. Transistor terdiri dari tiga kaki, yaitu Basis (B), Kolektor (C), dan Emitor (E). Terdapat dua jenis bahan pembuatan transistor, yaitu germanium (Ge) dan Silikon (Si). Transistor dibedakan menjadi dua tipe, diantaranya transistor PNP dan transistor NPN. Untuk membedakan transistor NPN dengan PNP dapat dilihat pada panah di kaki emitor. Untuk transistor NPN panah pada kaki emitor mengarah ke luar, sedangkan pada transistor PNP panah pada kaki emitor mengarah ke dalam dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Transistor.

Pada transistor NPN, tegangan bias pada basis (V_{BB}) harus lebih positif dari tegangan pada emitor (V_{EE}), sedangkan pada transistor PNP, tegangan bias pada basis (V_{BB}) harus lebih negatif dari tegangan pada emitor (V_{EE}).

Tegangan bias adalah tegangan yang dibutuhkan basis pada transistor untuk membuat transistor bekerja. Tegangan bias berbeda-beda tergantung jenis semi konduktor yang digunakan, yaitu untuk jenis germanium memiliki tegangan bias (V_{BE}) = 0,3V, sedangkan untuk jenis silikon memiliki tegangan bias (V_{BE}) = 0,7V.

Daerah Kerja Transistor

Transistor memiliki empat daerah kerja, yaitu daerah jenuh (saturasi), daerah aktif, daerah mati (*cut-off*), dan daerah *breakdown*.

Daerah Jenuh (Saturasi)

Daerah kerja jenuh transistor adalah ketika dimana keadaan transistor mengalirkan arus maksimal dari kolektor ke emiter. Keadaan ini terjadi ketika terjadinya perpotongan garis beban dengan garis kurva I_{Bsat} . Pada daerah ini, arus pada basis sama dengan arus pada basis saturasi dan nilai arus pada kolektor adalah maksimal. Daerah saturasi memiliki ketentuan $I_B \geq I_C/\beta$. Dioda pada emiter-basis dan kolektor-basis diberikan bias maju (*forward*). Kondisi saturasi yang diibaratkan seperti saklar yang tertutup (saklar dalam keadaan ON). Untuk mendapatkan I_C pada daerah saturasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C}$$

Dan karena nilai pada V_{CE} sangatlah kecil sehingga dapat diabaikan ($V_{CE} \approx 0$), maka rumusnya menjadi :

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

Sedangkan untuk membuat transistor bekerja pada daerah saturasi maka dapat dihitung nilai I_{Bmin} dengan rumus berikut :

$$I_{Bmin} = \frac{I_C}{\beta}$$

Daerah Mati (*Cut-Off*)

Daerah kerja mati (*Cut-Off*) adalah ketika dimana keadaan transistor menyumbat arus dari kolektor ke emiter maksudnya transistor tidak dapat mengalirkan arus dari kolektor ke emiter. Pada daerah mati (*cut-off*), dioda pada emiter-basis dan kolektor-basis diberikan bias mundur (*reverse*). Kajadian ini terjadi ketika terjadinya perpotongan antara garis beban dengan garis kurva $I_B=0$. sehingga tegangan $V_{CE(cut-off)}$ sama dengan tegangan V_{CC} dan pada daerah ini, arus I_C sangatlah kecil ($I_C \approx 0$) terjadi kebocoran arus yang sangat kecil yang disebut I_{CE0} . Kondisi *cut-off* dapat diibaratkan seperti saklar yang terbuka (saklar dalam keadaan OFF). Daerah *cut-off* terjadi ketika arus basis lebih kecil dari arus pada kolektor dibandingkan dengan faktor penguat (β), dengan persamaan sebagai berikut :

$$I_B < \frac{I_C}{\beta}$$

Daerah Aktif

Daerah kerja aktif adalah ketika nilai arus pada kolektor konstan pada perubahan V_{CE} . Daerah kerja transistor aktif adalah daerah kerja normal. Pada daerah aktif, dioda pada emiter-basis diberikan bias maju (*forward*) dan kolektor-basis diberikan bias mundur (*reverse*). Perubahan nilai arus pada kolektor tergantung dari perubahan nilai arus pada I_B . Pada daerah ini, persamaan rumus yang didapat adalah :

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

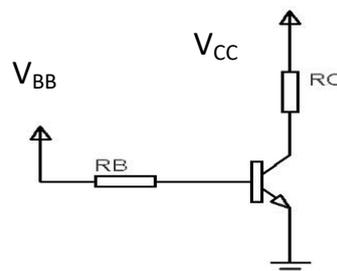
Daerah *Breakdown*

Daerah *breakdown* adalah daerah dimana nilai V_{CE} melebihi tegangan maksimalnya dan arus pada I_C akan melonjak naik dengan cepat. Transistor tidak boleh berada pada daerah *breakdown* dikarenakan dapat merusak transistor. Pada daerah *breakdown*, dioda pada emiter-basis diberikan bias mundur (*reverse*) dan kolektor-basis diberikan bias maju (*forward*).

$$V_{CE} > V_{max}$$

Transistor Sebagai Saklar.

Transistor memiliki beberapa fungsi, diantaranya fungsi transistor sebagai saklar. Gambar 7 merupakan rangkaian transistor sebagai gambar. Transistor dapat berfungsi sebagai saklar ketika transistor berada pada daerah kerja mati (*cut-off*) dengan ketentuan $I_B < I_C/\beta$ dan daerah kerja jenuh (saturasi) dengan ketentuan $I_B \geq I_C/\beta$.



Gambar 7. Rangkaian transistor sebagai saklar

Dari rangkaian transistor pada gambar 7, arus basis (I_B) dapat dihitung dengan :

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

Keterangan :

$V_{BE}=0,7V$ (untuk transistor silikon)

Untuk mengetahui arus minimum basis untuk mendapatkan kondisi saturasi, yaitu dengan persamaan rumus :

$$I_B \geq \frac{I_C}{\beta}$$

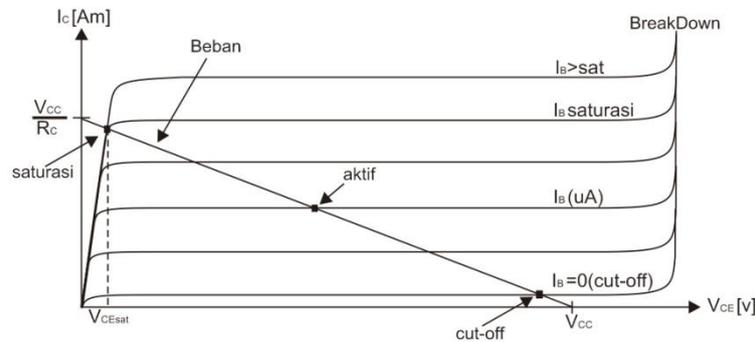
Lalu untuk mendapatkan nilai arus kolektor pada rangkaian transistor di gambar 7 , maka didapat persamaan sebagai berikut :

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C}$$

Pada keadaan saturasi, nilai $V_{CE} \approx 0$ maka V_{CE} dapat diabaikan, sehingga didapat persamaan sebagai berikut :

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_c}$$

Daerah transistornya dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Daerah Operasi Transistor

METODE PENELITIAN

Sensor Api (HAMAMATSU UVtron)

Sensor untuk mendeteksi adanya api dengan menggunakan sensor UVtron yang ditunjukkan pada Gambar 9, merupakan sensor yang bekerja dengan membaca sinar ultraviolet.



Gambar 9. Sensor dan Modul UVtron

Sensor ini terdiri dari 2 buah bagian, yaitu bagian tabung yang berfungsi untuk mendeteksi adanya sinar ultraviolet yang dipancarkan oleh cahaya api dan bagian papan modul *driver* C10423 yang merupakan sebuah rangkaian yang berfungsi untuk mengaktifkan tabung flame, mengolah data yang diterima tabung flame dan memberikan keluaran berupa sinyal-sinyal pulsa untuk dibaca oleh pusat control karena sinyal-sinyal itu sangat lemah, maka di perlukan rangkaian penguat untuk menguatkan sinyal pada keluaran sensor UVTron.

Pada tabung flame, dibutuhkan tegangan hingga 325V arus DC untuk mendapatkan jarak yang maksimal. Karena sensor UVTron ini memiliki jarak maksimal jangkauan hingga 5

meter. Jika tabung flame hanya dapat mendeteksi beberapa centimeter atau beberapa meter, maka itu disebabkan tegangan yang diterima oleh tabung flame kurang. Karena makin kecil tegangan yang diterima oleh tabung flame maka makin kecil juga radius jangkauan yang dapat dideteksi atau ditangkap sinar apinya.

Modul *driver* C10423 memiliki banyak komponen di dalamnya, salah satu komponennya adalah trafo step up yang berfungsi untuk memberikan tegangan ke tabung flame. Karena pada modul driver ini hanya memerlukan tagangan arus DC minimal 5V dan maksimal 24V untuk menjalankan komponen-komponen yang ada di dalam modul agar berjalan dengan baik. Oleh karena itu, karena tabung flame memerlukan tegangan yang sangat besar, maka di gunakanlah trafo step up untuk menghasilkan tegangan besar dari tegangan masukan modul yang kecil.

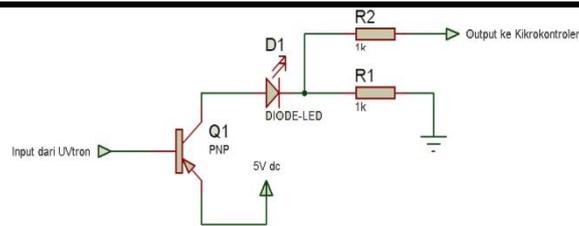
Rangkaian Penguat UVtron

Untuk menggunakan modul Uvtron C1042, diperlukan penguat sinyal untuk mendapatkan pulsa-pulsa yang dapat dibaca oleh pengolah data atau mikrokontroler. Terdapat 2 jenis penguat sinya atau di sebut *pull up*, yaitu penguat sinyal internal miktrkontroler dan penguat sinyal ekstrinal mikrikontroler yang terdapat pada gambar 10.

Penguat sinyal internal mikrokontroler dapat menggunakan pin *pull up* yang sudah disediakan oleh mikrokontroler. Pin *pull up* tersebut dapat diaktifkan atau dinonaktifkan tergantung keperluannya. Pin pull up ini memang disediakan untuk menguatkan sinyanya yang lemah dibawah kemampuan mikrokontroler membaca datanya. Sedangkan penguat eksternal dapat menggunakan rangkaian penguat. Rangkaian penguat ini terdiri dari transistor PNP. Rangkaian ini akan menguatkan sinyal yang lemah menjadi kuat dan dibatas kekuatan sinyal yang dapat dibaca mikrokontroler.

Rangkaian penguat yang terdapat pada gambar 10 berfungsi untuk menguatkan tegangan pada keluaran modul UVtron karena tegangan yang keluar pada modul UVtron ini sangatlah kecil, maka jika Peneliti tidak *pull up* pada mikrokontroler atau menambahkan rangkaian penguat, maka mikrokontroler tidak dapat mendeteksi atau membaca sinyal informasi yang dikirim oleh UVtron. Namun dengan *pull up* pada mikrokontroler atau memberikan rangkaian tambahan untuk penguat, maka tegangan dari keluaran modul UVtron ini akan dikuatkan yang nantinya mikrokontroler dapat membaca sinyal informasi yang disampaikan oleh UVTron. Sinyal informasi tersebut akan di rubah menjadi I/O. Maksudnya I menandakan logika satu (1) yang artinya terdapat api. Sedangkan 0 merupakan logika 0 yang artinya tidak dapat atau tidak menemukan api.

Dalam rangkaian penguat ini, peneliti membuat rangkaian penguat dan menambahkan lampu LED pada rangkaian penguat yang berfungsi untuk lampu indikator jika sensor api UVtron mendapatkan atau mendeteksi adanya titik api. Sinyal atau informasi yang dikirim dari modul Uvtron C10423 akan mengaktifkan atau menonaktifkan transistor yang nanti akan membuat lampu LED menyala atau padam dan *output* dari rangkaian ini akan bernilai I atau 0 tergantung UVTron mendeteksi atau tidak keberadaan api disekitarnya. Berikut adalah rangkaian penguat UVtron :



Gambar 10. Rangkaian Penguat UVtron

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini membahas tentang pengujian berdasarkan perencanaan yang telah dibuat. Program pengujian disimulasikan di suatu sistem yang sesuai. Pengujian ini dilaksanakan untuk mengetahui apakah sistem sudah sesuai dengan perencanaan atau belum.

Sensor Api UVtron

Percobaan pengujian sensor api UVtron ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar dan jauh jangkauan yang dapat dideteksi oleh sensor UVTron dengan modul *driver* C10423. Modul UVTron C10423 pada penelitian ini diberikan tegangan 12 Volt DC untuk mengaktifkan semua komponen yang ada pada modul *driver* C10423. Sedangkan untuk rangkaian penguat, diberikan tegangan sebesar 5 Volt DC untuk mengaktifkan komponen-komponennya.

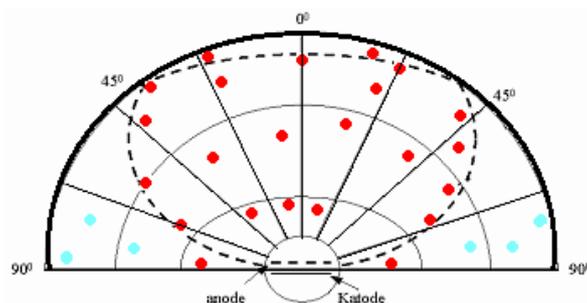
Peralatan :

1. Modul UVTron C10423 dan tabung flame UVTron.
2. Rangkaian penguat dan lampu indikator.
3. Power Suply 12 Volt DC dan 5 Volt DC.
4. Satu buah lilin.
5. Pita Ukur / Meteran.

Pada percobaan ini, percobaan dilakukan dengan posisi tabung flame UVTron diletakan secara horizontal. Lalu pada modul *driver* dihubungkan simbol (-) pada modul UVTron ke *ground*, simbol (+) pada modul UVTron C10423 ke sumber tegangan 12 Volt DC, *output* (1) pada modul UVTron C10423 disambungkan ke rangkaian penguat lalu rangkaian penguat diberi tegangan 5 Volt DC.

Hasil dan analisis :

Pada gambar 11, titik yang berwarna merah adalah posisi lilin yang dapat terdeteksi oleh sensor api dan warna biru adalah posisi yang tidak dapat terdeteksi oleh sensor api.



Gambar 11. Pengujian posisi lilin terhadap sensor api UVTron

Ketika api berada pada sudut 0° dari UVTron, maka sensor UVTron dapat mendeteksi titik api hingga jarak 540 cm. Ketika titik api berada pada sudut 15° dari UVTron, maka sensor UVTron dapat mendeteksi titik hingga jarak 500 cm. Ketika titik api berada pada sudut 30° dari UVTron, maka sensor UVTron dapat mendeteksi titik api hingga jarak 480cm. Ketika titik api berada pada sudut 45° dari UVTron, maka sensor UVTron dapat mendeteksi titik api hingga jarak 450cm. Ketika titik api berada pada sudut 60° dari UVTron, maka sensor UVTron dapat mendeteksi titik api hingga jarak 400 cm. Ketika titik api berada pada sudut 75° dari UVTron, maka sensor UVTron dapat mendeteksi titik api hingga jarak 300 cm. Ketika titik api berada pada sudut 90° dari UVTron, maka sensor UVTron dapat mendeteksi titik api hingga jarak 90cm. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 1 yang merupakan table tentang hasil pengukuran sensor api UVTron dengan menggunakan modul driver C10423.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Sensor Api UVTron

Sensor Uvtron	
Sudut (derajat)	Jarak Terjauh (cm)
0^0	540
15^0	550
30^0	480
45^0	450
60^0	400
75^0	300
90^0	90

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan, percobaan dan analisis, maka dapat disimpulkan bahwa sensor api UVTron dengan menggunakan modul *driver* C10423 dapat bekerja dengan baik. Karena dari penelitian yang dilakukan, peneliti mendapatkan data bahwa sensor UVTron ini dapat mendeteksi keberadaan api sejauh 540 cm dengan posisi titik api berada di sudut 0^0 dari tabung flame UVTron. Serta didapat lokasi-lokasi yang menurut *datasheet* tidak terdeteksi tapi pada prakteknya terdeteksi dengan baik. Ini membuktikan bahwa sensitifitas pada UVTron sangat baik.

Saran

Untuk dapat meningkatkan fungsi dan kinerja alat yang lebih baik, saran dari Peneliti adalah Sensor api UVTron, sebaiknya di letakkan di bagian pada tempat terbuka agar tidak terhalang. Karena jika sensor api UVTron terhalang maka kinerja sensor tidak akan maksimal karena cahaya UV yang dipancarkan oleh api terhalangi.

DAFTAR RUJUKAN

- Pontianak Robot (2012). Pendeteksi Api Robot Pemadam Api. <http://pontirobot.blogspot.com/2012/02/pendeteksi-api.html>, 11 Juli 2012
- ANAK KOS (2011). Sensor Pendeteksi Api (UVtron). <http://ikisuryo.blogdetik.com/index.php/archives/127>, 11 Juli 2012
- Elektronika Dasar (2012). TRANSISTOR SEBAGAI SAKLAR. http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/transistor-sebagai-saklar/#chitika_close_button, 10 Oktober 2013
- Muhammad Fadli Nustion (2012). TRANSISTOR (BJT, JFET dan MOSFET). <http://ini-robot.blogspot.com/2012/07/transistor-bjt-jfet-dan-mosfet.html>, 10 Oktober 2013