

RANCANG BANGGUN ALAT DETEKSI RINTANGAN PADA LINTASAN KERJA TRAKTOR BERBASIS PENGOLAHAN CITRA

Irriwad Putri¹, Usman Ahmad², dan Desrial²

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas

²Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Email: irriwadputri@gmail.com

ABSTRAK

Sensor deteksi rintangan (*obstacle detection sensor*) merupakan komponen yang penting dalam pengembangan traktor otomatis (*autonomous tractor*) dalam rangka mengenal lingkungannya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat deteksi rintangan pada lintasan *outdoor* traktor berbasis pengolahan citra. Tahapan penelitian ini meliputi penelitian pendahuluan, perancangan alat, pembuatan alat, dan uji fungsional alat. Alat ini menggunakan kamera CCD sebagai sensor utama dan dilengkapi pointer laser. Pada penelitian pendahuluan diperoleh spesifikasi komponen alat yang digunakan yaitu pointer laser berjumlah enam buah dengan sinar laser berwarna merah yang berupa *visible light* dengan panjang gelombang 650 nm dengan daya < 5mWatt. Kamera perekam yang digunakan merupakan jenis kamera CCD *color* dengan resolusi 640 x 480 dan FL 60 mm. Secara keseluruhan alat deteksi rintangan mempunyai konsistensi penyinaran diatas 85%. Hal ini membuktikan bahwa alat ini mampu digunakan sebagai alat deteksi rintangan pada lintasan *outdoor* traktor.

Kata kunci: rancangan alat deteksi, deteksi rintangan, kamera CCD, pointer laser merah

PENDAHULUAN

Penggunaan traktor pertanian sebagai alat bantu mekanis sekarang ini semakin meluas, baik dalam kegiatan pra panen, kegiatan panen maupun kegiatan pasca panen. Dalam kegiatan tersebut penggunaan traktor pertanian dapat membuat pekerjaan menjadi lebih ringan, cepat, tepat guna serta melakukan pekerjaan-pekerjaan besar dalam waktu yang relatif singkat. Namun di sisi lain jumlah tenaga kerja di bidang pertanian semakin terbatas, seperti jumlah tenaga yang mampu mengoperasikan traktor di lapangan sedikit (Priyadi, B.A, 2012).

Kelelahan dari operator traktor dapat menyebabkan menurunkan tingkat ketelitian dan produktivitas kerja. Dengan adanya permasalahan tersebut maka saat ini banyak dilakukan penelitian-penelitian yang mengembangkan otomatisasi pada traktor pertanian, salah satunya adalah navigasi otomatis pada traktor. Navigasi otomatis pada traktor pertanian erat hubungannya dengan cara penghindaran rintangan. Menurut Rebeiro (2005) penghindaran rintangan mengarah kepada metodologi mengenai bentuk jalur dari robot untuk melewati rintangan yang tidak dikehendaki. Rintangan yang akan menghambat kerja traktor dapat berupa pohon, batu, tiang, dan rintangan lainnya berupa benda-benda di depan traktor yang harus segera dihindari.

Kamera CCD (*Charge-Coupled Device*) merupakan salah satu sensor deteksi rintangan yang dianggap sebagai sensor pasif karena merupakan sensor yang memerlukan cahaya tambahan untuk menerangi bidang pandangnya. Apostolopoulos (1999) menggunakan *camera vision* (dua kamera) yang dilengkapi dengan *laser detection* untuk menemukan meteorit dibenua Antartika. Bischoff (1999) menggunakan beberapa kamera untuk robot *indoor* dalam melayani manusia. Namun dalam penggunaan *camera vision* ini terdapat beberapa kendala, diantaranya adalah biaya yang mahal dan sulit untuk diterapkan dalam alat *real-time* karena proses komputasinya yang sangat lambat (Langer, 1999) dalam Gray, 2000). Selain itu, masalah besar dalam pengembangan *stereo vision* adalah bagaimana membedakan warna *background* (latar belakang) gambar dan rintangan. *Background* gambar seringkali mempunyai warna yang sama dengan warna tanaman sehingga menjadikan kamera tidak berfungsi (Harper 1999).

Penelitian ini sebagai langkah awal untuk pengembangan sistim navigasi otomatis traktor yang dilengkapi dengan alat deteksi rintangan. Penggabungan sensor deteksi rintangan yang berupa kamera CCD dan pointer laser (*red laser detection*) diharapkan mampu mengenal objek rintangan pada lintasan *outdoor* traktor berbasis pengolahan citra.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat deteksi rintangan yang akan ditempatkan pada bagian depan traktor dan melakukan uji fungsional terhadap hasil rancangan yang telah dibuat.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan berupa *hardware* dan *software*. Komponen *hardware* berupa Traktor Yanmar EF453T, kamera CCD *color* 640 x 480 piksel, *cctv lens focal length* 0 – 60 mm, enam pointer laser merah 650 nm daya < 5Mw, Laptop Acer Aspire 2930, ExxpressCard/34 to Firewire IEEE 1394A. Komponen *software* yang digunakan berupa *paintshop pro Paint Shop Pro versi 6*.

B. Tahapan Penelitian

Secara umum, tahapan penelitian terdiri atas tiga tahap, pertama penelitian pendahuluan, kedua perancangan dan pembuatan alat deteksi rintangan dan ketiga berupa uji fungsional.

1. Penelitian Pendahuluan

Tahapan ini bertujuan untuk menentukan komponen-komponen sensor sistem deteksi rintangan yang tepat yang dapat diaplikasikan untuk mendeteksi rintangan pada lingkungan *outdoor*. Sensor disini meliputi pointer laser dan kamera perekam. Untuk pemilihan pointer laser digunakan parameter daya dan warna sinar laser sedangkan untuk jenis kamera perekam, parameter yang digunakan berupa besar *focal length* (FL).

2. Perancangan Alat Deteksi Rintangan

Tahapan ini bertujuan untuk merancang alat deteksi rintangan secara keseluruhan. Pada tahap ini dilakukan proses perhitungan teknik, rancangan fungsional alat deteksi rintangan.

3. Pembuatan Alat Deteksi Rintangan

Tahap ini meliputi pembuatan sistem mekanik deteksi rintangan dan rangkaian elektronik penurun tegangan untuk sumber daya pointer laser. Pembuatan sistem mekanik meliputi pembuatanudukan pointer laser, kedudukan kamera, dan rangka penopang sistem keseluruhan. Sumber daya untuk semua komponen berasal dari aki yang terdapat pada traktor dengan tegangan 12 volt. Sedangkan komponen-komponen lainnya pada alat deteksi rintangan memiliki tegangan kecil dari 12 volt sehingga sumber tegangan yang ada perlu diturunkan dengan menggunakan rangkaian sederhana penurun tegangan.

4. Uji Fungsional

Uji fungsional ini dilakukan untuk mengetahui fungsi setiap komponen dari sistem yang telah dikembangkan. Pengujian konsistensi sinar laser dilakukan untuk mengetahui konsistensi masing-masing sinar yang dihasilkan oleh pointer laser selama sistem bekerja. Pengujian ini dilakukan dengan menembakkan sinar laser merah pada latarbelakang tripleks dan citra direkam pada jarak pengambilan 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 m dengan masing-masing sepuluh kali pengulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

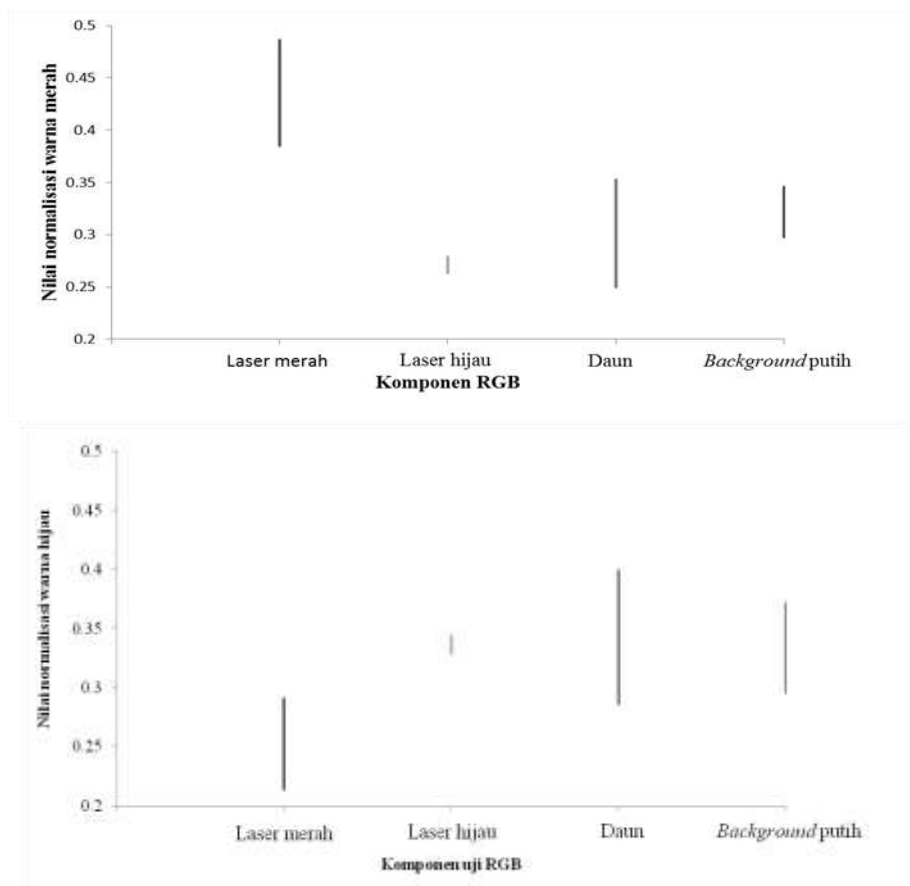
A. Penelitian Pendahuluan

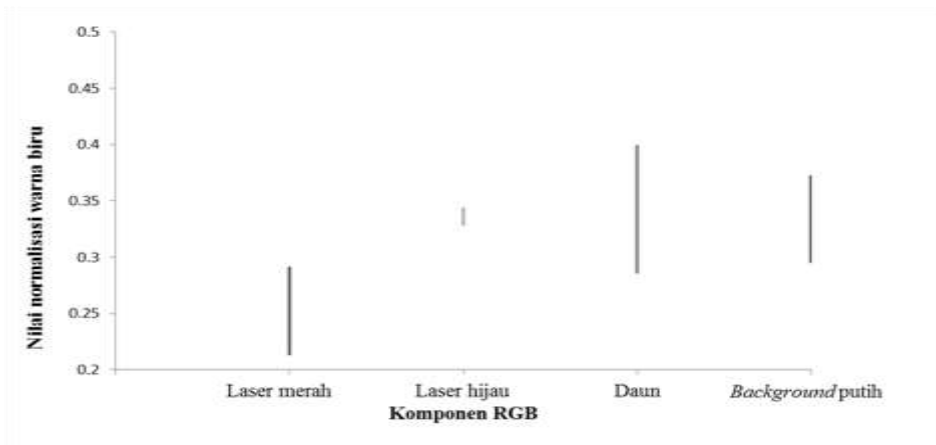
Untuk pemilihan jenis warna sensor laser maka dilakukan percobaan pengambilan citra *outdoor* dengan menggunakan dua pointer laser merah dan hijau. Pointer laser ini merupakan jenis pointer laser yang mudah ditemukan di pasaran. Berikut gambar masing-masing pointer laser dalam citra yang ditangkap kamera.



Gambar 1. Pointer laser dari sinar merah (a) dan sinar hijau (b) dalam citra yang ditangkap kamera

Selanjutnya warna masing-masing sinar laser yang tertangkap kamera dicari nilai RGB (*red green, blue*) kemudian dinormalisasikan. Pada Gambar 2 terlihat bahwa untuk sinar laser merah memiliki selang nilai normalisasi RGB yang berada diluar selang nilai RGB komponen-komponen lainnya seperti warna hijau daun dan warna putih *background* citra. Artinya sinar laser merah mampu terbaca kamera meskipun bersama dengan benda-benda pada lingkungan *outdoor*. Sedangkan sinar laser hijau terlihat bahwa sebaran nilai normalisasi RGB nya berada dalam selang nilai normalisasi daun. Hal ini menyatakan bahwa laser yang berwarna hijau tidak dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek pada lingkungan *outdoor* yang didominasi dengan komponen berwarna hijau seperti daun. Berdasarkan perbedaan nilai inilah maka digunakan sinar laser berwarna merah yang berupa *visible light* dengan panjang gelombang 650 nm dengan daya < 5mWatt.





Gambar 2. Perbedaan Sebaran Nilai Normalisasi RGB Laser dan Benda Lainnya

Focal length (FL) merupakan parameter pertama yang dilakukan pengujian untuk mendapatkan kamera dengan spesifikasi perekam yang tepat. Pengujian dengan FL yang berbeda memperlihatkan perbedaan lebar sudut pandang lintasan pada jarak pengambilan (pemotretan) yang sama. Kamera perekam yang dibutuhkan diharapkan mampu menangkap citra selebar lintasan kerja traktor pada jarak maksimal 7 m. Untuk melakukan pengujian nilai FL ini digunakan kamera canon 60t yang memiliki nilai FL 0-200 mm.

Parameter kedua yang diuji adalah kemampuan kamera untuk dapat digunakan dilahan terbuka (*outdoor*). Pada pengujian ini dilakukan pengambilan citra *outdoor* dengan beberapa jenis kamera perekam yang telah tersedia di laboratorium yang menangani penelitian ini. Berikut hasil pengujian dengan parameter FL dan kondisi pencahayaan kamera.



Gambar 3. Perbedaan Lebar Sudut Pandang Lintasan dengan *Focal Length* yang Berbeda pada Jarak Pemotretan 7 meter

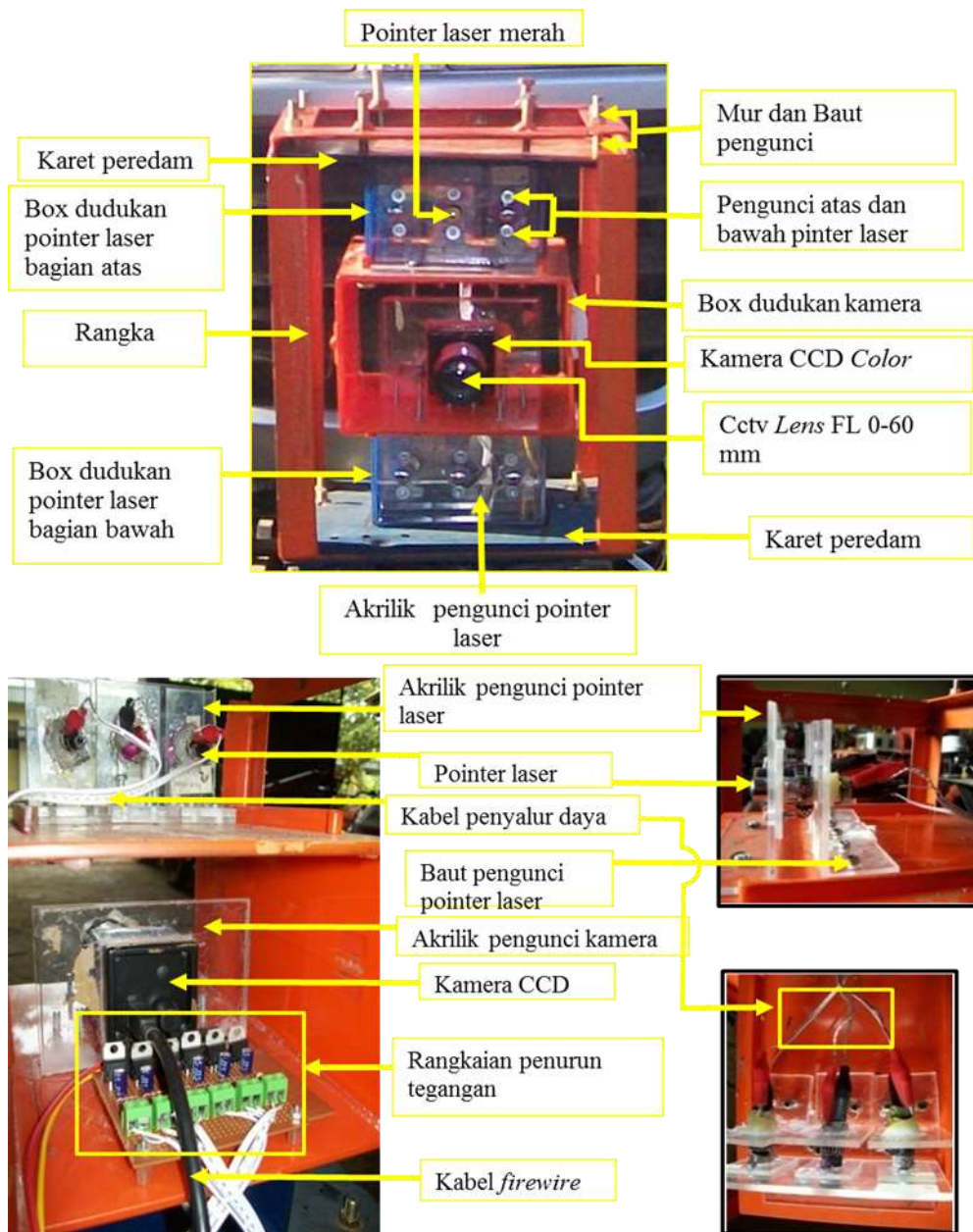


Gambar 4. Perbedaan Hasil Pemotretan dengan Jenis Kamera yang Berbeda pada Kondisi *Outdoor*

Setelah dilakukan percobaan dengan dua jenis kamera diatas, maka dapat ditentukan spesifikasi kamera perekam yang digunakan untuk alat deteksi rintangan. Kamera perekam yang digunakan merupakan jenis kamera CCD *color* dengan resolusi 640 x 480 dan FL 60 mm.

B. Alat Deteksi Rintangan

Kamera dan pointer laser digabungkan pada satu dudukan. Pointer laser yang digunakan berjumlah enam buah dengan posisi tiga berada dibagian atas dan tiga lagi berada di bawah kamera. Posisi laser yang stabil dalam dudukan sangat mempengaruhi keseragaman pancaran sinar pointer laser. Gambar 5 menunjukkan alat deteksi rintangan pada lintasan traktor berbasis pengolahan citra.



Gambar 5. Komponen Penyusun 69 Sistem Deteksi Rintangan

Berikut spesifikasi teknis alat deteksi rintangan :

a. Kamera CCD dan Lensa CCTV

Kamera CCD *color* berfungsi sebagai mata untuk mengenali lingkungan sekitar secara visual untuk memastikan bahwa rute yang akan dilalui bebas dari rintangan yang dapat mengganggu kerja traktor. Kamera ini mempunyai resolusi 640 x 480 piksel dengan ukuran 5x5x5 cm. Kamera ini dilengkapi dengan sebuah lensa berupa *cctv lens* yang berukuran panjang 6 cm dan memiliki

spesifikasi FL 0 – 60 mm. Lensa ini memiliki pengaturan 70yste, diafragma, dan FL secara manual. Secara keseluruhan lensa ini berfungsi untuk memperjelas tampilan visual citra lintasan.

b. Pointer Laser

Pointer laser merah berfungsi sebagai sensor deteksi rintangan. Pointer laser ini berukuran panjang 7 cm dengan diameter 1 cm. Pada 70sistem pendeteksi rintangan ini digunakan enam pointer laser dengan susunan tiga berada diatas kamera dan tiga lainnya berada dibagian bawah kamera..

c. Akrilik Pengunci

Akrilik pengunci pointer laser berfungsi sebagai pengunci dan tempat dudukan masing-masing pointer laser yang terbuat dari bahan akrilik dengan tebal 5 mm. Pada bagian ini terdapat kunci-kunci pointer laser yang berada pada bagian atas dan bawah pointer laser. Pengunci-pengunci ini berfungsi untuk membuat masing-masing pointer laser diam dan tidak bergeser sedikitpun kedudukannya meskipun ada getaran selama traktor dijalankan. Pengunci ini dibuat pada 2 sisi dimana sisi pertama pertama berfungsi untuk mengunci pointer laser bagian depan dan kedua berfungsi untuk mengunci pointer laser bagian belakang.

d. Box Dudukan

Box dudukan atau pelindung berfungsi sebagai tempat dudukan dari kamera dan pointer laser. Pelindung ini berbentuk kotak 3 tingkat yang terbuat dari bahan akrilik dengan tebal 5 mm. Kotak pertama terdapat dibagian atas tempat tiga pointer laser, kotak kedua berada dibagian tengah sebagai tempat kamera CCD, dan kotak dibagian bawah sebagai tempat tiga pointer laser.

e. Rangka dan Karet Peredam

Rangka dudukan berfungsi sebagai penopang dan tempat dudukan 70sistem pendeteksi rintangan secara keseluruhan. Rangka ini mempunyai dimensi 34.5 x 26 x 25 cm yang terbuat dari besi siku dengan ketebalan 3 mm.

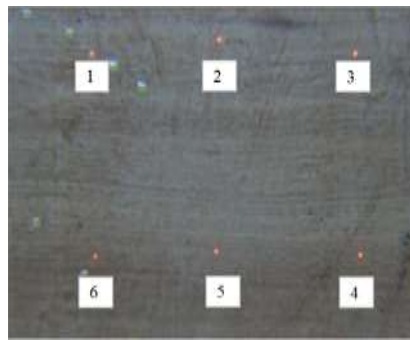
Alat deteksi rintangan ditempatkan dibagian depan traktor Yanmar EF 453T. Traktor ini merupakan traktor yang mempunyai 70sistem navigasi otomatis. Pada traktor juga dibuat tempat dudukan untuk laptop pengendali dan kipas untuk pendingin. Penempatan alat deteksi rintangan pada traktor dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Penempatan sistem deteksi rintangan pada traktor tanpa awak

C. Uji Fungsional

Pada pengambilan citra tahap ini traktor berada pada kondisi diam dan semua pointer laser menembakkan sinarnya ke latarbelakang tripleks. Citra direkam pada jarak pengambilan 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 m. Jarak pengambilan ini merupakan jarak antara alat deteksi rintangan (bagian depan traktor) dan tripleks. Citra yang telah diambil, hal terpenting yang harus dilakukan adalah memberikan penomoran titik-titik laser yang terekam pada citra. Penomoran ini bertujuan untuk menghindari kesalahpahaman dan menyamakan persepsi dalam merujuk posisi laser. Penomoran posisi-posisi titik laser dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Penomoran titik-titik laser pada citra

Berikut hasil uji fungsional atau konsistensi masing-masing pointer laser dalam pengambilan citra dengan latar belakang tripleks untuk 10 kali pengulangan.

Tabel 1. Hasil Uji Fungsional Masing-masing Pointer Laser dalam Pengambilan Citra dengan Latar Belakang Tripleks

Jarak (m)	Konsistensi tiap laser dalam mendeteksi rintangan(%)					
	Nomor Laser					
	1	2	3	4	5	6
2	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100
5	90	100	100	100	100	100
6	100	80	100	100	100	70
7	80	100	100	100	100	40

Berdasarkan uji fungsional yang telah dilakukan terlihat bahwa pointer laser dengan nomor 3, 4, dan 5 mempunyai penyinaran yang stabil dengan rata-rata kemampuan penyinaran 100% . Sedangkan nomor laser 1, 2, dan 6 mempunyai konsistensi penyinaran diatas 85%. Rendahnya nilai ini disebabkan tidak stabilnya arus yang masuk ke pointer laser dari aki traktor.

KESIMPULAN

Alat deteksi rintangan yang telah dibuat merupakan gabungan antara kamera CCD dan sensor pointer laser merah. Kamera CCD mempunyai resolusi 640 x 480 piksel dengan yang dilengkapi dengan cctv dengan FL 0 – 60 mm. Sensor pointer laser merah yang berupa *visible light* mempunyai panjang gelombang 650 nm dengan daya < 5mWatt. Secara keseluruhan alat deteksi rintangan mempunyai konsistensi penyinaran diatas 85%. Hal ini membuktikan bahwa alat ini mampu digunakan sebagai alat deteksi rintangan pada linatasan *outdoor* traktor.

DAFTAR PUSTAKA

- Apostolopoulos D, Wagner M, Whittaker W. 1999. Technology and field demonstration results in the robotic search for Antarctic meteorites. T. Oomichi. Proceedings of the International Conference on Field and Service Robotics pp. 185-190.
- Bichoff. 1999. Advances in the development of the humanoid service robot HERMES. Proceedings of the International Conference on Field and Service Robotics. pp. 156-161.

- Gray KW. 2000. Obstacle Detection and Avoidance for an Autonomous Farm Tractor [Tesis]: Utah State University.
- Herper N, McKerrow P. 1999. Recognising Plants with Ultrasonic Sensing for Mobile Robot Navigation. School of Information Technology and Computer Science. University of Wollongong.
- Priyadi, B, A. 2012. Rancang Bangun Sistem Pengendalian Nirkabel pada Pengemudian Traktor Mini. [Skripsi]. Teknik Mesin dan Biosistem. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Ribeiro M I. 2005. Obstacle Avoidance http://users.isr.ist.utl.pt/~mir/pub/Obstacle_Avoidance.pdf. [2 Februari 2011].