

Rancang Bangun Alat Ukur Jarak dan Peringatan pada Visual Docking Guidance System menggunakan Sensor Lidar

Sidiq Wijanarko*, Catur Budi Waluyo, Denny Dermawan
Departemen Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto, Yogyakarta
*email: swijanarko70@gmail.com

Abstract

The limited ground marshall, yellow line and others at an airport will affect when parking aircraft. Aviation technology has provided solutions, among others, by attaching to aircraft equipment known as the Visual Docking Guidance System (VDGS), is a tool provided by the airport to help a pilot park his plane without the help of a marshaller to direct the movement of planes to the correct parking. However, not all airports are equipped with sophisticated equipment. So this research aims to create a system that can make it easier for pilots to park aircraft while in Apron. To overcome this problem, a VDGS tool was designed which was designed using a TF Mini Lidar sensor and programmed for aircraft parking systems at pioneering airports. This tool is able to provide information on the distance of the plane as far as 12 meters given a condition that the aircraft will display identification of guidance or collision prevention that will STOP if the aircraft is at a distance of 1-3 meters, and GO identification if the aircraft is at a distance of 4-12 meters so that this tool can serves as a guide to the position of the aircraft when parking right in the designated parking area and prevent aircraft crashes when parking when entering the apron area at the pioneer airport.

Keywords – Atmega-328, Distance-measuring, Lidar, VDGS.

1. Pendahuluan

Semakin berkembangnya teknologi tidak menuntut kemungkinan pada setiap bandar udara untuk kedepannya setiap pesawat terbang yang akan parkir di *parking stand* tidak lagi menggunakan *marshaller* namun menggunakan peralatan yang semakin canggih. Inilah perlunya rancangan *Visual Docking Guidance System (VDGS)* untuk *parking stand* pesawat terbang. Tujuan dibuatnya alat ini yaitu untuk mengembangkan penelitian sebelumnya yang belum sempurna dalam pengoperasiannya sebagai alat VDGS.

Penelitian sebelumnya juga telah membuat alat untuk sistem pencegah tabrakan parkir pesawat namun pengimplementasian alat belum sesuai. Oleh karena itu, dirancanglah sebuah pengembangan sistem dari penelitian sebelumnya sebagai alat ukur jarak dan peringatan awal dengan judul “Rancang Bangun Alat Ukur Jarak dan Peringatan pada *VDGS* Menggunakan Sensor *Light Detection and Ranging (LiDAR)* Berbasis ATmega 328”. Dimana, alat ini akan mampu mengukur jarak pesawat terhadap area parkir pesawat sejauh 12 meter dan mampu memberikan identifikasi tabrakan berupa tulisan *STOP* dan *GO*. Inilah perlunya rancangan alat ukur jarak dan peringatan *guidance* pada *VDGS* untuk sistem parkir pesawat terbang.

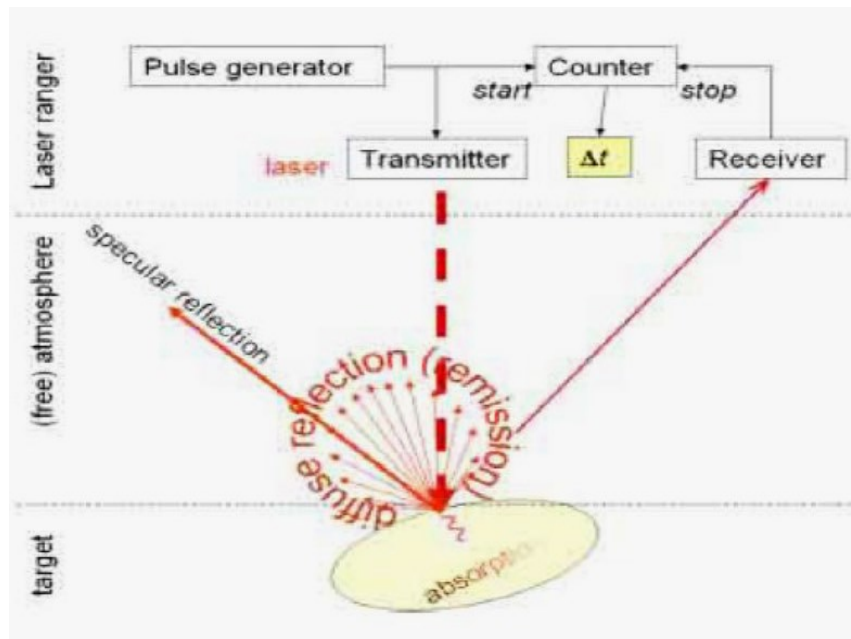
2. Dasar Teori

2.1 Sensor

Sensor adalah alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi dan sering berfungsi untuk mengukur *magnitude* sesuatu. Sensor merupakan jenis transduser yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik.

2.2 Sensor Lidar

LiDAR (*Light Detection and Ranging*) adalah sebuah teknologi sensor jarak jauh menggunakan laser cahaya kontinu yang dipancarkan secara menyebar dari sebuah *transmitter* (pemancar) untuk menemukan jarak suatu obyek. Sensor laser pada sistem LiDAR memancarkan pulsa laser dengan frekuensi tertentu kemudian akan menerima kembali pantulannya pada selang waktu tertentu. Ketika sensor tersebut memancarkan pulsa laser, jarak antara sensor *transmitter* di dalam pesawat dan suatu objek di permukaan tanah (berupa titik, gedung, atau pohon) dapat segera ditentukan dengan akurat. Jarak antara *transmitter* dan target tersebut ditentukan berdasarkan *time of travel* (tot), yaitu waktu tempuh sinar laser hingga kembali ke sensor.



Gambar 1. Prinsip Sensor Laser Pada LiDAR.

Melalui gambar 1 yang disajikan dapat dijelaskan bahwa pada sensor laser LiDAR tidak hanya terdiri dari *scanner* dan *receiver*. Lebih dari itu, pada sensor laser juga terdapat *transmitter* yang dilengkapi cermin untuk memancarkan pulsa laser ke objek. Pada saat pulsa laser dipancarkan, *counter* akan merekam waktu mulai dari laser dipancarkan sampai diterima kembali. Waktu yang terekam akan digunakan sebagai data untuk melakukan proses hitungan jarak sensor ke objek. Untuk memperoleh hasil pengukuran jarak dari sensor terhadap permukaan tanah dengan prinsip beda waktu menggunakan persamaan 1.

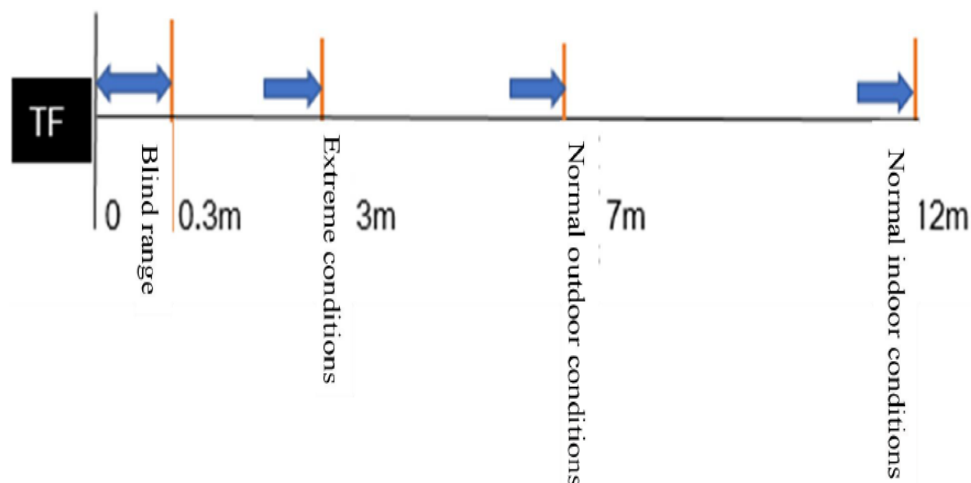
$$S = (V \times (T - t)) / 2 \quad (1)$$

Dimana :

- S = jarak antara laser dan objek dipermukaan tanah (meter)
 T = jumlah waktu yang dibutuhkan sinar laser dari awal dipancarkan sampai kembali ke sensor (ms)
 t = *Time delay* (10 ms)
 V = kecepatan cahaya (299.792.458 m/s).

2.3 Rentang Pengukuran dan *Field of View* (FOV)

Dengan optimalisasi jalur cahaya dan algoritma, TF mini telah meminimalkan pengaruh dari lingkungan eksternal pada kinerja pengukuran jarak seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rentang Pengukuran dan *Field of View* (FOV).

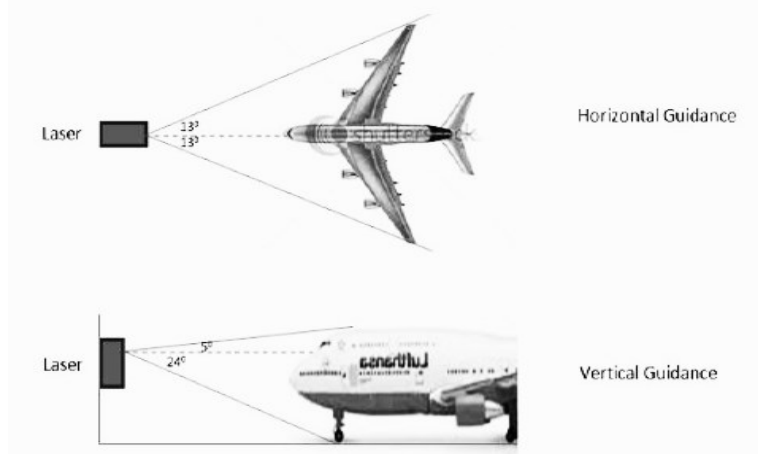
Berikut adalah penjelasan dari rentang pengukuran sensor pada penelitian ini:

- Merupakan area deteksi buta TF mini, berjarak 0-30 cm, di mana data tidak dapat diandalkan.
- Merupakan kisaran operasi TF mini dalam kondisi ekstrem, yang umumnya berjarak 0,3-3 m. Kondisi ekstrim ini mengacu pada silau cahaya (intensitas pencahayaan sekitar 100 klux di luar ruangan pada siang hari di musim panas) dan deteksi target hitam (dengan reflektifitas 10%).
- Merupakan kisaran operasi TF mini untuk target putih di bawah kondisi sinar matahari normal (dengan Intensitas penerangan sekitar 70 klux), yang mencakup kisaran nomor 2 dan 0,3-7 m.
- Merupakan kisaran operasi TF mini di lingkungan *indoor* atau cahaya sekitar lingkungan yang sangat lemah. Objek yang akan dideteksi memiliki reflektivitas 90%, yaitu pada range area 0,3-12 m.
- Merupakan panjang sisi minimum deteksi efektif untuk TF mini pada jarak yang berbeda. Data yang diolah tidak akan stabil dan handal.

2.4 *Visual Docking Guidance System* (VDGS)

Konsep dasar dari VDGS adalah sebagai berikut: Sensor yang digunakan di Bandara berupa sensor Laser yang berjenis Laser M1 (Laser yang tidak mengeluarkan cahaya tampak, sehingga aman bagi mata/Pilot). Sensor ini akan mengirimkan spektrum berkas cahaya yang akan mengenai bodi pesawat, baik *main frame* pesawat maupun sayap pesawat. Pantulan

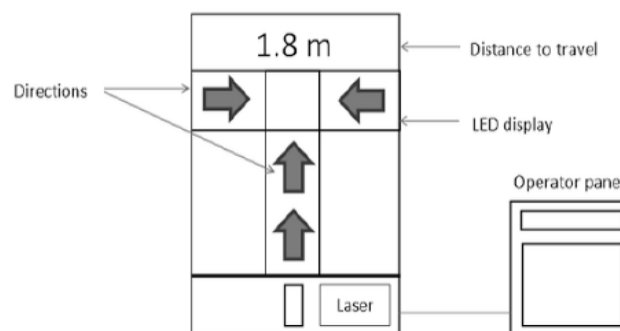
spektrum ini akan dikembalikan ke arah Laser penerima, setelah itu rangkaian sensor dihubungkan oleh pengirim data. Data yang terbaca oleh sensor akan dikirim dan penerima akan menghubungkan data yang diterima dengan cara menghubungkan ke LED *dot matrix*, yang akan menampilkan karakter sesuai dengan posisi pesawat terbang berada seperti Gambar 3. Panduan yang digunakan adalah panduan untuk sisi *horizontal* dan untuk sisi vertikal.



Gambar 3. Konsep Dasar VDGS.

2.5. Tampilan

Tampilan VDGS yang telah terpasang di bandara-bandara Internasional tersaji dalam berbagai bentuk. Beberapa bentuk tampilan yang dipakai pada beberapa Bandara Internasional di belahan dunia adalah seperti diperlihatkan pada Gambar 4 sampai dengan 6.



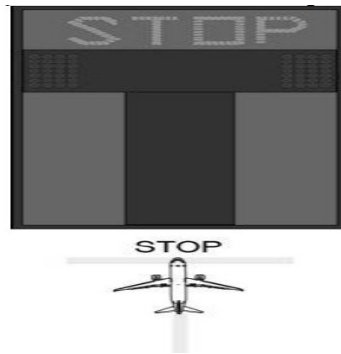
Gambar 4. Keseluruhan Bagian Tampilan VDGS.

Pada Gambar 4, baris pertama adalah informasi jarak pesawat ke *apron*. Baris kedua adalah informasi arah pesawat baik ke kiri maupun ke kanan, dan tampilan bagian bawah adalah tampilan untuk bergerak lurus ke arah *apron*.



Gambar 5. Tampilan Jarak VDGS.

Pada Gambar 5, merupakan tampilan jarak VDGS.

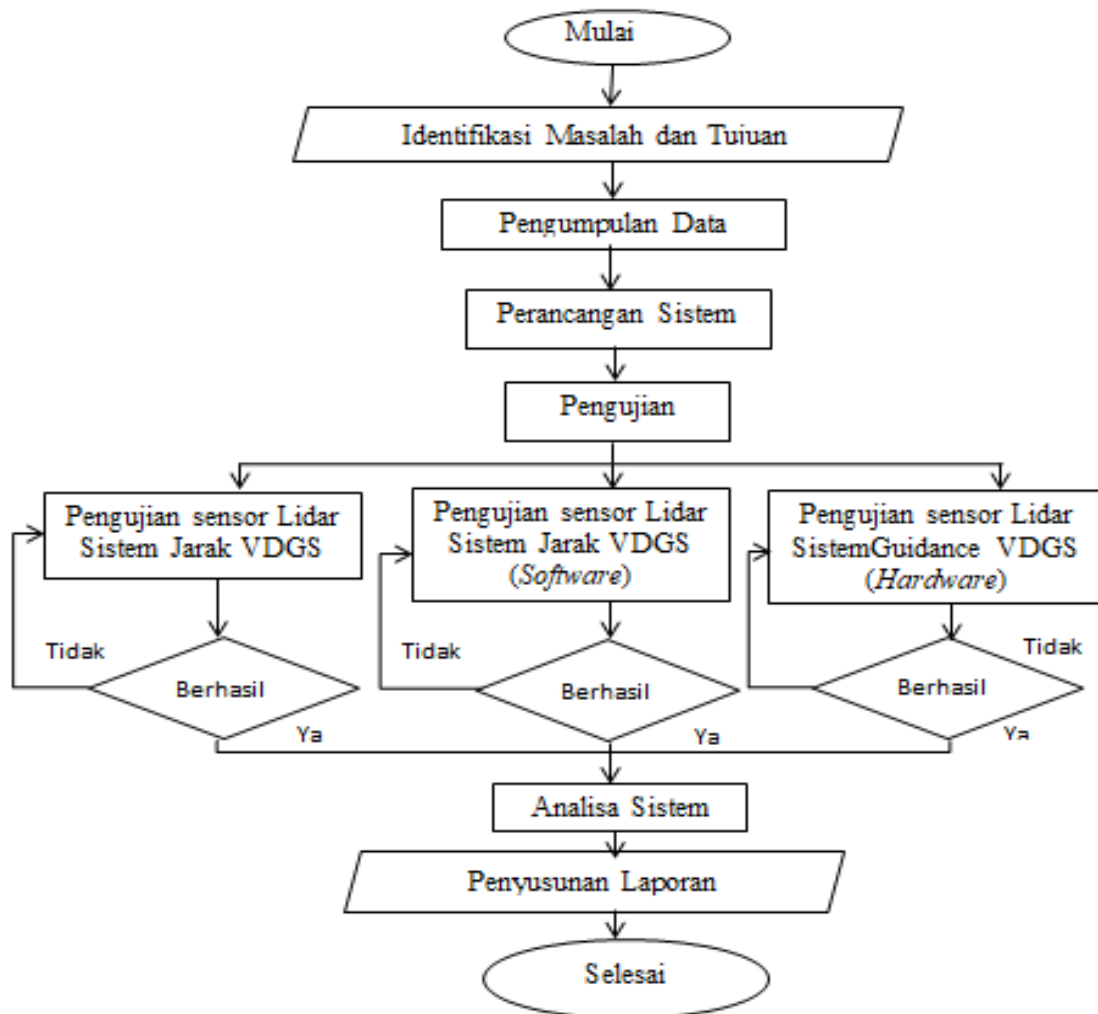


Gambar 6. Tanda Berhenti.

Pada Gambar 6, Bila posisi pesawat terbang sudah mencapai daerah dimana harus berhenti atau posisi sudah tercapai, maka tampilan layar VDGS akan menampilkan STOP.

3. Metode Penelitian

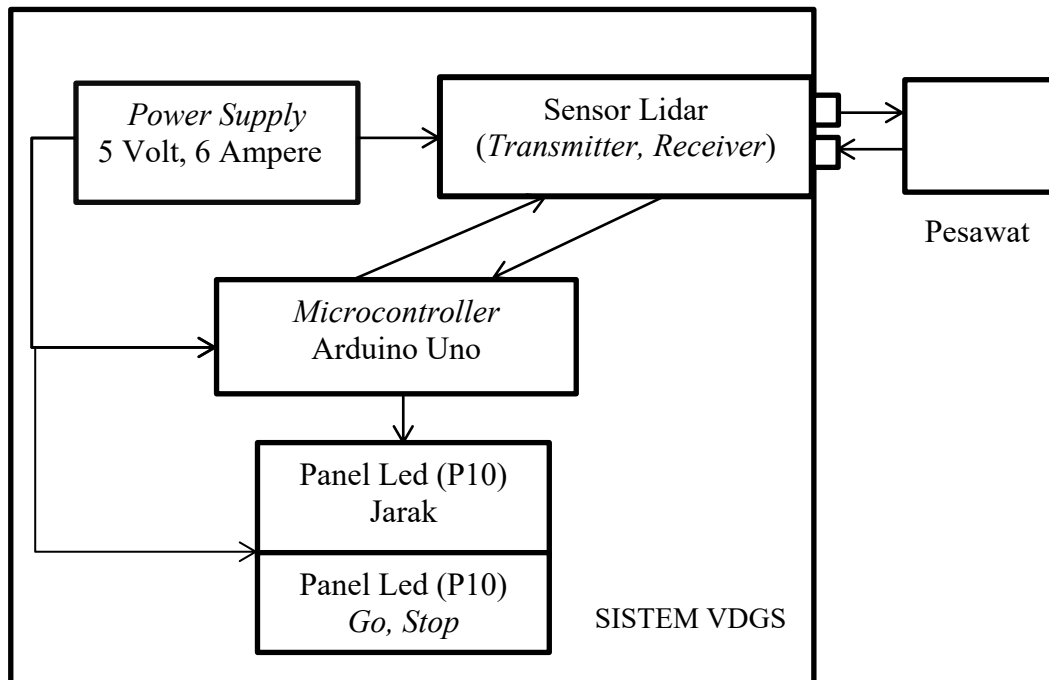
Diagram alir penelitian diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian.

3.1. Blok Diagram Perancangan

Blok diagram perancangan penelitian diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Blok Diagram Sistem *Monitoring* Jarak dan *Guidance* Pada Sistem VDGS Dengan Sensor TF Mini Lidar.

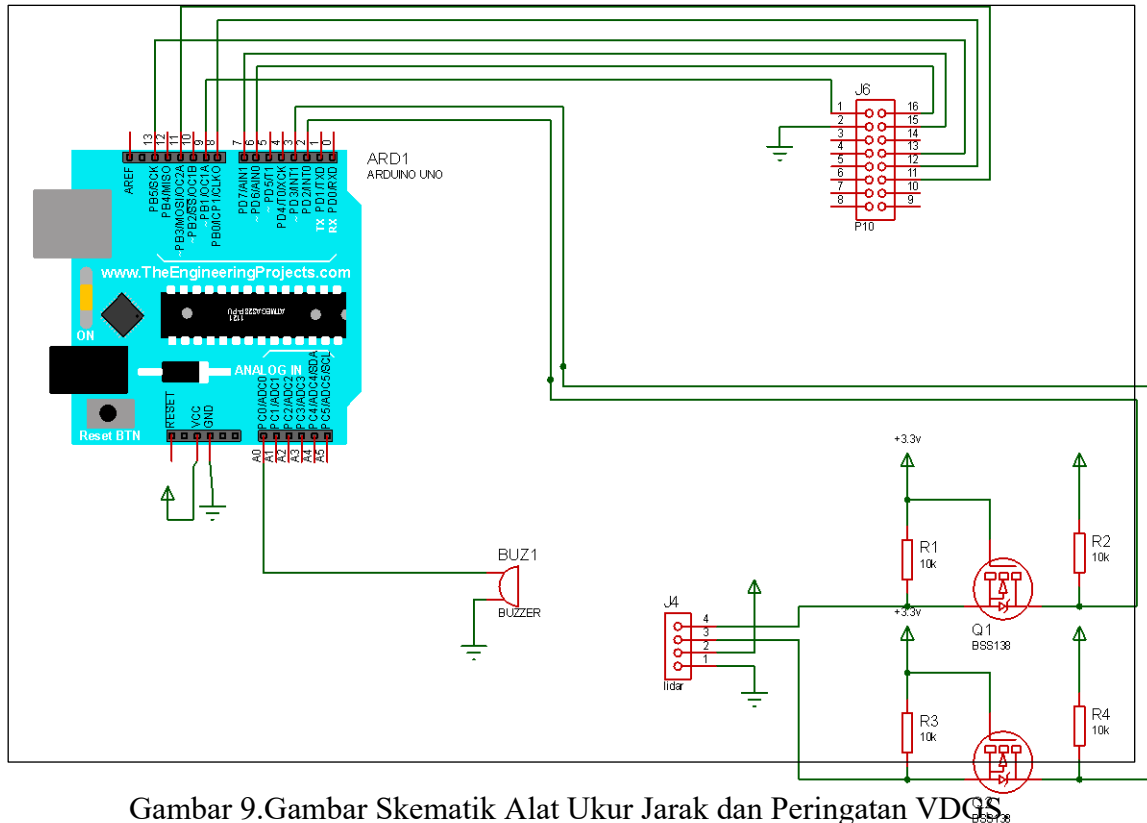
Berdasarkan blok diagram pada Gambar 8 dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Tahap pertama : *Power supply* mendistribusikan listrik ke mikrokontroler unit sebesar 5 volt, termasuk juga memberikan *supply* ke sensor TF Mini Lidar yang memiliki tegangan kerja sebesar 5 volt dengan frekuensi kerja sebesar 100 Hz. *Power supply* akan mendistribusikan listriknya juga ke panel LED (P10) yang memiliki arus kerja nominal sebesar 2-3 ampere untuk 1 panel.
- Tahap kedua : mikrokontroler diprogram sedemikian rupa sehingga dapat bekerja sesuai sistem kerja yang diinginkan. Dengan program tersebut mikrokontroler akan dapat membaca data sensor yang ditangkap. Antarmuka komunikasi yang dilakukan antara sensor dengan mikrokontroler tersebut adalah komunikasi *Universal Asynchronous Receiver-Transmitter* (UART) dimana data akan dikirim secara serial yang kemudian dikonversikan ke satuan “m”.
- Setelah dilakukan pemrosesan didalam mikrokontroler tersebut, kemudian ditampilkan ke LED dan diberikan suatu kondisi sesuai dengan parameter yang ditentukan dapat menampilkan jarak berupa angka dengan satuan yang digunakan adalah meter (m).

Dalam beberapa kondisi dapat menampilkan informasi berupa peringatan yang diberikan kepada objek tersebut. Hal yang dimaksud adalah apabila sensor mendeteksi objek posisi kurang dari (<) 3 meter maka panel LED 1 akan menampilkan tulisan “STOP”. Apabila sensor mendeteksi objek lebih dari (>) 3 meter maka *display* akan menampilkan tulisan “GO”.

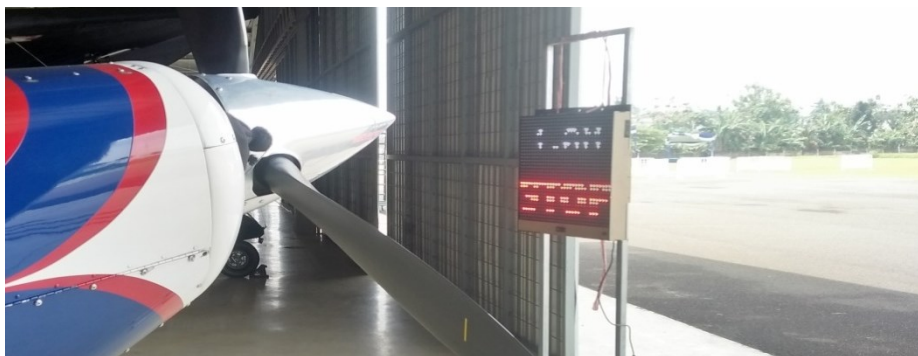
3.2. Perancangan *Visual Docking Guidance System* (VDGS)

Hasil dari perancangan skematik rangkaian *Visual Docking Guidance System* (VDGS) tersebut dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Gambar Skematik Alat Ukur Jarak dan Peringatan VDGS.

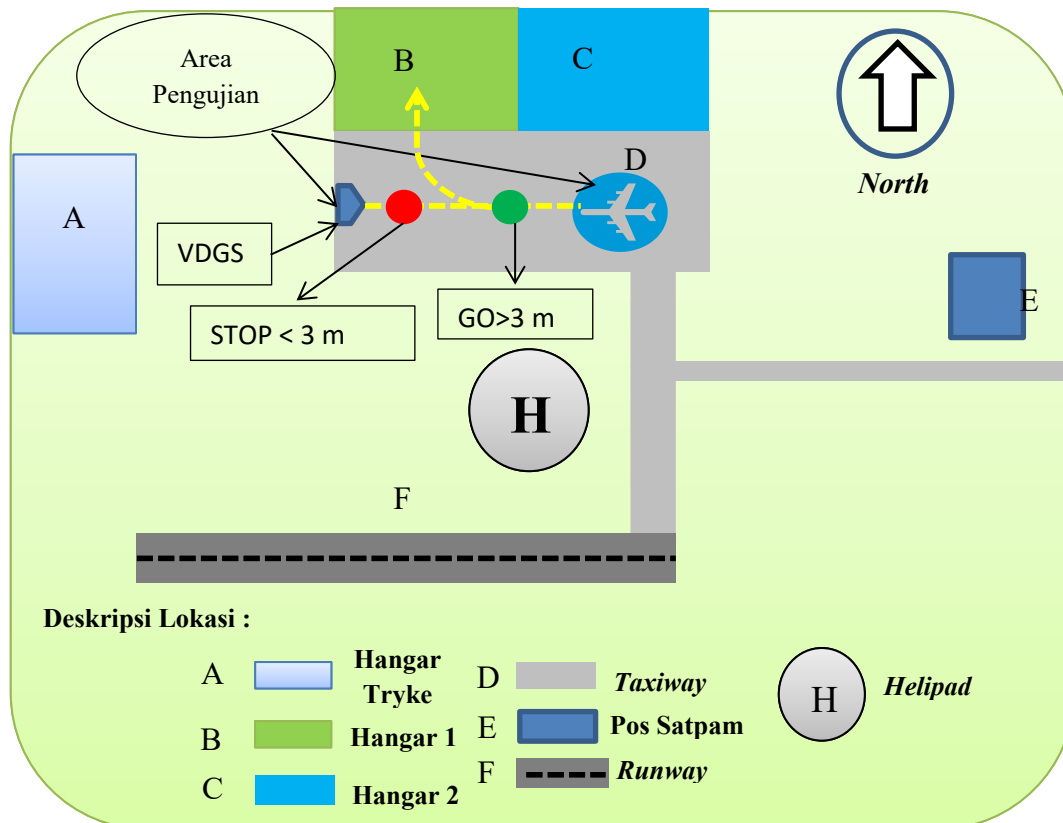
Gambar 9 adalah rangkaian dari sistem alat ukur jarak dan peringatan pada sistem VDGS, pada rangkaian tersebut terdapat sensor TF Mini Lidar berbasis cahaya sebagai sensor, Mikrokontroler ATmega 328, *power supply* yang didapatkan dari AC/DC Adaptor untuk menyediakan tegangan yang dibutuhkan oleh mikrokontroler serta komponen lain seperti LED sebagai penampil jarak dan peringatan pada pengujian ini, selanjutnya sambungan sensor TF mini Lidar yang menggunakan *Logic level converter* karena tegangan masukan sensor lidar sebesar 3.3 V dan sumber listrik didapatkan dari arduino sebesar 5 V yang kemudian di *convert* menjadi level logika 3.3 V. Hasil perancangan tampilan VDGS dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil Perancangan Tampilan VDGS.

3.3. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di area Apron Bandara Wiladatika yang terletak di $6^{\circ}21'25''$. $106^{\circ}53'49''$ E Bandara Wiladatika, Komplek Buperta Jambore Cibubur, Kelurahan, RW.5, Pd. Ranggan, Cipayung, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13850, Indonesia. Denah lokasi bandara wiladatika dapat dilihat pada Gambar 11.

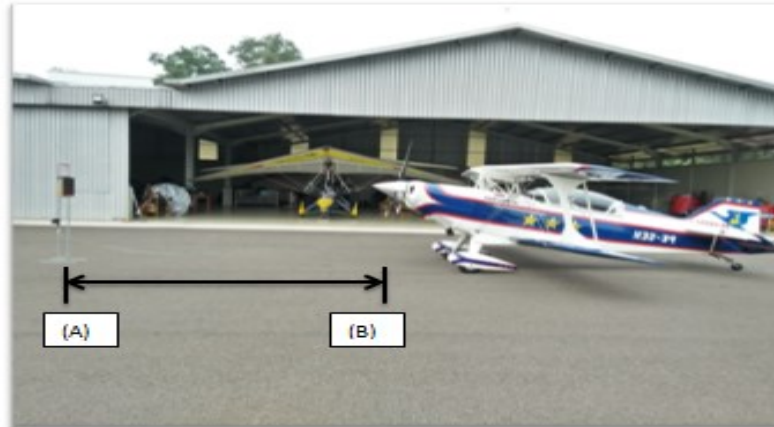


Gambar 11. Denah Lokasi Bandara Wiladatika.

4. Hasil Pengujian dan Analisa

4.1. Pengujian Alat *Visual Docking Guidance System* (VDGS) Pada Pesawat Pitts S2C

Pada penelitian ini pencarian data terhadap variabel jarak dan parameter lain seperti peringatan *guidance STOP* dan *GO* sebagai identifikasi pencegah tabrakan pesawat pada saat pesawat parkir alat ini diuji coba pada pesawat Pitts S2C bertipe *engine Turbopropeler* dengan kondisi *engine* pesawat *off*. Bentuk uji coba dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Letak Pemasangan Alat Ukur Jarak dan Peringatan VDGS (A. *Parking Stand*, B. Posisi Pesawat).

a. Pengujian Secara *Hardware*

Hasil pengujian sensor TF mini Lidar dapat dilihat pada keterangan grafik perbandingan pada Gambar 13 antara jarak sebenarnya dan jarak terhadap obyek pesawat Pitts S2C yang mengalami tingkat kesalahan maksimal 3.22%.

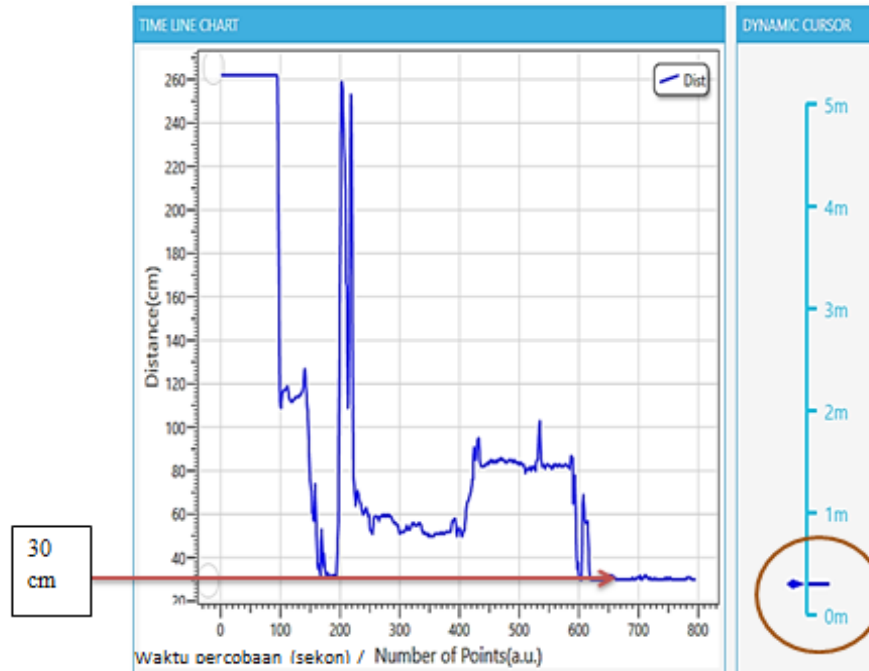


Gambar 13. Grafik Hasil Perbandingan Pengujian Sensor Lidar Terhadap Obyek Pesawat Pitts S2C.

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan pada pesawat Pitts S2C yang sudah diukur atau diuji bahwa keakuratan dari sensor sangat tinggi terbukti pada hasil yang didapat hanya memiliki rentang *error* sebesar 1.639% - 3.22%, nilai tersebut merupakan nilai yang dapat dipakai dan dipercaya untuk dijadikan acuan dalam pengukuran jarak dan peringatan pada sistem VDGS.

b. Pengujian Secara *Software*

Pada pengujian ini kita menguji hasil ukur dari alat VDGS tersebut menggunakan *software* TF mini Lidar. Selanjutnya hasil yang didapat tersebut dapat dibandingkan kembali dengan pengujian secara langsung melalui alat ukur VDGS tersebut. Berikut hasil dan pembahasan analisis yang dilakukan dalam pengujian menggunakan *software* dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Pengukuran Jarak Minimum Pesawat Pitts S2C Menggunakan *Software*.

Bahwa dari hasil pengujian menggunakan *software* Benewake TF Mini Lidar didapatkan hasil yang sama persis dengan hasil yang dilakukan pada saat pengujian menggunakan *hardware*. Dari percobaan di atas dapat disimpulkan bahwa sensor TF mini Lidar yang bekerja melalui pancaran cahaya bekerja dengan sangat akurat dalam kondisi apapun.

4.2. Pengujian pada *Range Area Horizontal*

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar luas pancaran sensor beroperasi secara *horizontal* dengan jarak sejauh 12 meter. Hasil perhitungan panjang sisi pancaran sensor dapat dilihat pada persamaan 2 dan mengacu pada Gambar 15.

$$d = 2.D.tan \beta \quad (2)$$

Keterangan: d = Panjang sisi minimum deteksi efektif (cm)

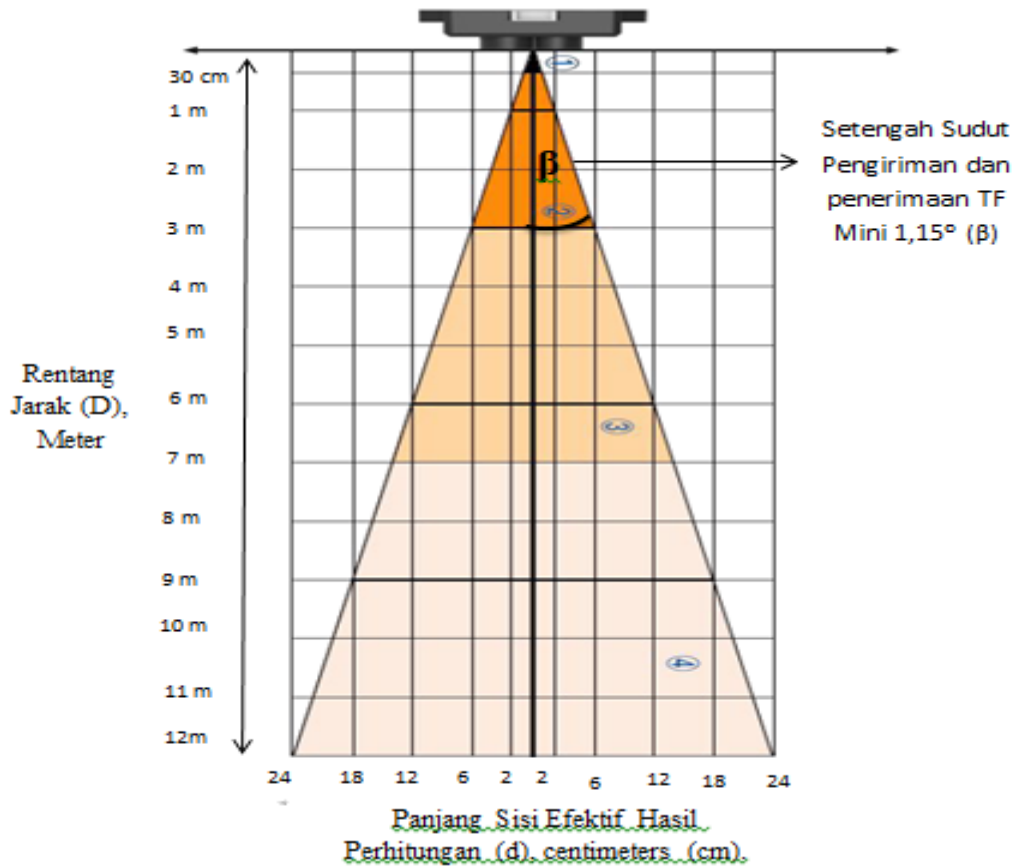
D = Rentang Jarak Sebenarnya (m)

B = Setengah dari nilai sudut penerimaan TF mini, $1,15^\circ$.

Hasil pengujian dan pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 15.

Tabel 1. Panjang Sisi Minimum Deteksi Jarak Efektif

| Jarak | 1 m | 2 m | 3 m | 4 m | 5 m | 6 m | 7 m | 8 m | 9 m | 10 m | 11 m | 12 m |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Panjang sisi minimum (cm) | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | 48 |



Gambar 15. Panjang Sisi Efektif Pancaran Sensor

4.3. Pengujian Keseluruhan Alat VDGS Kondisi *Engine ON* (Baling-Baling Berputar)

Uji coba selanjutnya dilakukan terhadap pesawat pada saat *engine ON* dan saat *motoring* (saat baling baling berputar). Serta kondisi yang diukur apakah alat mampu membaca sebuah identifikasi berupa jarak, peringatan guidance *STOP* dan *GO*, dan *buzzer* mampu berbunyi sesuai dengan program yang telah dibuat. Hasil pengujian alat VDGS ini disimpulkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Jarak Sistem VDGS saat Kondisi *Engine ON* (Baling- Baling Berputar)

| Percobaan | Jarak Pengujian | Kondisi | Identifikasi <i>Guidance System</i> | |
|-----------|-----------------|---------------|-------------------------------------|----------------|
| | | | Status LED | <i>Buzzer</i> |
| 1 | 2 meter | Jarak Waspada | <i>STOP</i> | Berbunyi Cepat |
| 2 | 3 meter | Jarak Waspada | <i>STOP</i> | Berbunyi Cepat |
| 3 | 4 meter | Jarak Aman | <i>GO</i> | - |
| 4 | 5 meter | Jarak Aman | <i>GO</i> | - |
| 5 | 6 meter | Jarak Aman | <i>GO</i> | - |
| 6 | 7 meter | Jarak Aman | <i>GO</i> | - |
| 7 | 8 meter | Jarak Aman | <i>GO</i> | - |
| 8 | 9 meter | Jarak Aman | <i>GO</i> | - |

Gambar 16. Pengujian Keseluruhan Alat VDGS Kondisi *Engine ON* (Baling-Baling Berputar)

4.4. *Reliability Test* (Uji Keandalan)

Uji konsistensi internal dari alat yang sudah dibuat tersebut sudah memiliki tingkat keandalan yang tinggi atau belum. Hasil penghitungan dan pengujian menggunakan koefisien korelasi Kuder Richardson (KR_{20}) dan dijabarkan pada Tabel 3 dan Gambar 16.

Tabel 3. *Reliability Test* (Uji Kehandalan)

| Percobaan Jarak | Butir Uji Alat | | | | | | | | | | Jumlah |
|-------------------------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 1 meter | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 2 meter | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 3 meter | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 4 meter | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 5 meter | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 6 meter | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 7 meter | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 9 |
| 8 meter | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| 9 meter | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 8 |
| 10 meter | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 meter | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 meter | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Jumlah | | | | | | | | | | | 86 |
| Rata-rata (\bar{X}) | | | | | | | | | | | 7,17 |
| Standar Deviasi (S) | | | | | | | | | | | 4,4 |
| p | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,66 | 0,75 | 0,75 | 0,66 | 0,75 | 0,75 | 0,58 | |
| q | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,33 | 0,25 | 0,25 | 0,33 | 0,25 | 0,25 | 0,42 | |
| pq | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,22 | 0,19 | 0,19 | 0,22 | 0,19 | 0,19 | 0,24 | |
| Σpq | 2.01 | | | | | | | | | | |

$$KR_{20} = \frac{n}{n-1} \left(\frac{S_t^2 - \Sigma pq}{S_t^2} \right) = \frac{12}{12-1} \left(\frac{4.4^2 - 2.01}{4.4^2} \right) = 0.9776 \approx 0.98$$

Berdasarkan hasil diatas koefisien KR20 diperoleh nilai 0.98 berada pada interval $\alpha \geq 0.90$ maka dapat disimpulkan bahwa alat atau instrument *Visual Docking Guidance System* (VDGS) ini sangat baik (*excellent*).

5. Kesimpulan

Dari Hasil penelitian yang telah dikerjakan, penulis memberikan beberapa kesimpulan yang disimpulkan sebagai berikut:

1. Rancang bangun alat ukur jarak dan peringatan *guidance* pada sistem VDGS yang menggunakan sensor TF mini Lidar dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan untuk dapat membantu kerja pilot mengendalikan pesawat saat parkir di *ground* atau *apron* dilapangan terbang perintis tepatnya di Bandara Wiladatika yang beroperasi dengan kelengkapan terbatas (minim *yellow line*, *Ground marshall*, dan *personil ground handling*).
2. Alat ini mampu memberikan informasi jarak pesawat sejauh 12 meter diberikan suatu kondisi yaitu pesawat akan menampilkan identifikasi *guidance* atau pencegah tabrakan yaitu *STOP* apabila pesawat berada pada jarak 1 - 3 meter, serta identifikasi *GO* apabila pesawat berada pada jarak 4 - 12 meter sehingga alat ini dapat berfungsi sebagai pemandu posisi pesawat pada saat parkir tepat pada area parkir yang telah ditentukan.
3. Berdasarkan koefisien KR20 (Kuder Richardson) diperoleh nilai 0.98 berada pada interval $\alpha \geq 0.90$ maka dapat disimpulkan bahwa alat atau instrumen *Visual Docking Guidance System* (VDGS) ini sangat baik (*excellent*).

Daftar Pustaka

- [1] Burtch, R.(2001). *LiDAR Principles and Applications*. Big Rapids.
- [2] Ferdian, A.Y. (2014). Rancang Bangun Alat Bantu Parkir Mobil Menggunakan Sensor Jarak Ultrasonik Berbasis Arduino Uno.STT Telkom Purwokerto.
- [3] Dermawan, D., Jalu, M. (2015). Perancangan Tampilan *Visual Docking Guidance System*(VDGS) Pada Sistem Parkir Pesawat Terbang. Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta.
- [4] Hidayatullah, M, I. (2018). Rancang Bangun Model Pendeteksi Jarak Pada Pesawat Sebagai Peringatan Potensi Tabrakan Di Apron Dalam Penerbangan Perintis Dengan Menggunakan Sensor SR04T. Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta.
- [5] Nawangsidi, D. (2009). *Airborne Altimetric LIDAR*, Aplikasi dan Permasalahan. Program Studi Teknik Geodesi & Geomatika Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan ITB.
- [6] Shields, T, S. (2018). Rancang Bangun Alat Ukur Jarak Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno Dengan Tampilan Lcd. Universitas Sumatera Utara.