



Pengembangan *Software* Aplikasi Pendeteksian Objek Berbasis LiDAR (*Light Detection and Ranging*)

(*Development of Lidar-Based Object Detection Software*)

R.A.S. Nugraha^{*}, D.M. Arifin², A.S. Satyawan³, M.I. Asyasyakuur⁴, N. Nufus⁵,
N.N.A.M. Santi⁶, A. Habibi⁷, Ema⁸

^{1,3,4,5,6,7} Teknik Elektro, Universitas Nurtanio

E-mail: radityasn.te16@student.unnur.ac.id, ikromasy.te16@student.unnur.ac.id,
nufus.te20@student.unnur.ac.id, marlina.te20@student.unnur.ac.id,
achmadanhabibi.te16@student.unnur.ac.id, ema@unnur.ac.id

² Prodi Teknik Aeronautika Pertahanan Akademi Angkatan Udara

E-mail: dendan8552@aau.ac.id

³ Badan Riset dan Inovasi Nasional, Universitas Jambi

E-mail: arief.suryadi@akane.waseda.jp

Abstract— *The car is a means of transportation whose needs are getting higher. This situation is not only happening abroad but also in Indonesia. However, the car's existence is currently complained about because of the pollution it produces and the level of comfort. Expectations in the future seem to be more directed at electric cars with deficient pollution levels and convenience in their use, such as autonomous electric cars. Therefore, we must master the technology of autonomous electric vehicles to enter the era of Mobility in Society 5.0. One form of related technology is a LiDAR-based object detection software system. Sometimes, the software accompanying a tool cannot provide various facilities according to the field's application needs. This condition is due to the manufacturer's limitations, likewise with 2D LiDAR products widely marketed, for example, YDLiDAR. For object detection applications, the provided software has limitations in data storage, flexibility in data presentation, and the ability to reduce noise when the LiDAR is operated under certain conditions. This study developed LiDAR-based object detection software to overcome the shortcomings mentioned above by adding the functions discussed above and applying them to object detection and distance recognition. In general, this system combines a software system developed on a laptop with a hardware system consisting of YDLiDAR G4 and a serial data interface. This software system was also created using the python programming language. The measurement results show that the performance of the software developed has good visual performance. This software can store detection data for a specified duration and suppress noise, which is quite good. The noise reduction capability of this software system can reduce errors up to 19.2%.*

Keywords— LiDAR 2D, Noise Remover, Python, Mobility in Society 5.0, Object Detection

Abstrak— *Mobil adalah sarana transportasi yang kebutuhannya semakin tinggi. Hal ini tidak saja terjadi di luar negeri tapi juga di Indonesia. Namun demikian, keberadaan mobil saat ini dikeluhkan karena polusi yang dihasilkan dan juga tingkat kenyamanannya. Harapan di masa mendatang sepertinya lebih mengarah pada hadirnya mobil listrik dengan tingkat polusi sangat rendah, serta kenyamanan dalam penggunaannya, seperti halnya mobil listrik otonom. Di negara maju gagasan ini sudah mulai akan direalisasikan, dan Indonesia sepertinya juga akan menghadapi situasi dimana mobil tersebut menjadi masif digunakan. Oleh sebab itu, kita harus menguasai teknologi kendaraan*

**Penulis Korespondensi (Raden Aditya Satria Nugraha)*

E-mail: radityasn.te16@student.unnur.ac.id

listrik otonom agar kita dapat memasuki era *Mobility in Society 5.0*. Salah satu bentuk teknologi terkait adalah sistem software pendeteksian objek berbasis LiDAR. Adakalanya software yang menyertai suatu alat tidak dapat menyediakan fasilitas yang beragam sesuai dengan kebutuhan aplikasi di lapangan. Hal ini dikarenakan keterbatasan yang diberikan oleh produsen alat tersebut, begitu pula dengan produk LiDAR 2D yang banyak dipasaran, contohnya YDLiDAR. Untuk keperluan aplikasi pendeteksian objek, software yang disediakan memiliki keterbatasan dalam hal penyimpanan data, fleksibilitas penyajian data dan kemampuan mereduksi derau yang muncul saat LiDAR tersebut dioperasikan pada kondisi tertentu. Untuk mengatasi kekurangan tersebut diatas, maka pada penelitian ini dikembangkan software pendeteksian objek berbasis LiDAR yang menambahkan fungsi-fungsi tersebut di atas, serta dapat diaplikasikan untuk pendeteksian objek dan pengenalan jarak. Secara umum sistem ini memadukan sistem software yang dikembangkan pada laptop dengan sistem hardware yang terdiri dari YDLiDAR G4 dan interface data serial. Sistem software ini juga dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman python. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kinerja software yang dikembangkan memiliki performansi visual yang baik, dapat menyimpan data hasil deteksi dengan durasi yang dapat ditentukan, serta kemampuan dalam menekan derau yang cukup baik. Kemampuan mereduksi noise dari sistem software ini dapat mereduksi error hingga 19,2%.

Kata Kunci— LiDAR 2D, Noise Remover, Python, *Mobility in Society 5.0*, Deteksi Objek

I. PENDAHULUAN

Light Detection and Ranging (LiDAR) adalah perangkat yang sering digunakan untuk aplikasi pendeteksian objek. Dengan menggunakan pulsa-pulsa sinar laser, perangkat LiDAR bahkan tidak hanya mendeteksi objek, tetapi juga dapat mengetahui posisi objek tersebut dengan akurasi yang sangat baik. Di zaman modern seperti sekarang, LiDAR dapat diaplikasikan untuk membantu survei, pengukuran, atau pengamatan yang menggunakan teknik atau metode penginderaan jauh (*remote sensing*), sistem penginderaan pada pesawat atau *drone*, *robot*, *autonomous car*, kendaraan militer, dan lainnya [1].

Perangkat LiDAR saat ini banyak ditemukan di pasaran, sehingga tidak sulit untuk memanfaatkan LiDAR untuk berbagai aplikasi. Namun demikian *software* aplikasi pembacaan data LiDAR atau data hasil deteksi objek tidak diberikan secara penuh oleh produsen, jika ada pun harganya cukup mahal dan terbatas pada aplikasi tertentu. Sehingga untuk dapat dimanfaatkan lebih lanjut masih perlu pengembangan *software* sesuai dengan kebutuhan aplikasinya. Salah satu bentuk pengembangan *software* yang dapat terus dikembangkan adalah pembacaan dan visualisasi data LiDAR. Dalam penelitian ini akan dikembangkan *software* pembacaan dan visualisasi data LiDAR yang bermanfaat untuk analisis data LiDAR dan dapat dikembangkan lebih lanjut untuk keperluan lainnya.

II. LANDASAN TEORI

A. LiDAR

LiDAR adalah perangkat atau sistem yang sering digunakan pada aktivitas-aktivitas survei, pengukuran, atau pengamatan yang menggunakan teknik atau metode penginderaan jauh (*remote sensing*) aktif dengan cahaya (optis) dalam bentuk pulsa-pulsa sinar laser untuk mengukur jarak- jarak (terhadap) objek-objek dengan kerapatan dan akurasi yang tinggi. LiDAR adalah salah satu teknologi penginderaan yang sangat berpotensi untuk membantu (memetakan, memonitor, dan menaksir lokasi-lokasi unsur spesial) banyak bidang/aplikasi [2]. Pada penelitian ini jenis LiDAR yang digunakan adalah YDLiDAR G4 [3].

1. Cara Kerja LiDAR

Pada prinsip kerjanya, sistem LiDAR mengombinasikan sebuah sinar laser dengan sebuah sub-sistem penerima (*receiver*). Laser ini menghasilkan pulsa- pulsa optik yang akan dikirimkan dan kemudian dipantulkan kembali oleh objek- objek hingga akhirnya dapat diterima kembali oleh sub-sistem penerimanya. Sub- sistem penerima ini kemudian mengukur secara akurat waktu perjalanan pulsa dari awal hingga akhirnya diterima kembali. Dengan berjalannya pulsa-pulsa tersebut pada kecepatan cahaya, sub-sistem penerimanya dapat mengindra pulsa- pulsa yang kembali sebelum pulsa-pulsa berikutnya dikirimkan menuju objek- objek.

Karena nilai kecepatan gelombang cahaya telah diketahui, maka nilai waktu perjalanan pulsa-pulsa yang bersangkutan bisa dikonversikan menjadi nilai jarak (*range*) pengukuran. Contoh penulisan rumus adalah sebagai berikut :

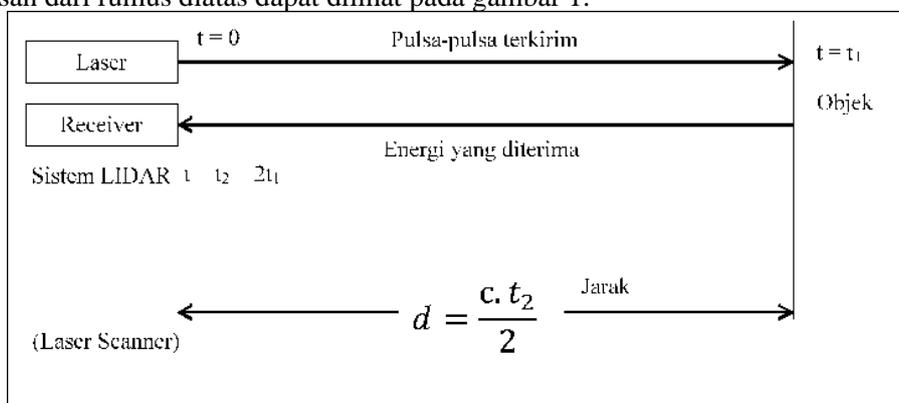
$$d = \frac{c \cdot t}{2} \tag{1}$$

d = jarak antara sensor dan objek (m).

c = kecepatan cahaya (3 x 10⁸ m/s).

t = waktu tempuh pulsa laser dari saat

Penjelasan dari rumus diatas dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Prinsip pengukuran jarak.

Kecepatan emisi sinar laser (pengiriman pulsa-pulsa) bisa diatur. Mulai dari beberapa pulsa per-detik hingga puluhan ribu pulsa per-detik. Dengan demikian, pada sesi-sesi pengukuran sinar laser ini bisa terkumpul banyak data titik-titik lidar (*point-clouds*) yang mewakili objek-objek permukaan.

2. Kelebihan LiDAR

Dengan segala kecanggihan teknologi dan makin luasnya penggunaan aplikasinya, sistem LiDAR memiliki kelebihan jika dibandingkan sistem- sistem lain yang menghasilkan data yang sejenis. Diantaranya yaitu:

- a. Memberikan akurasi absolut dan relatif.
- b. Mampu mencakup area yang luas dalam waktu yang relatif singkat.
- c. Integrasi dengan data GNSS dan kemampuan pemetaan saat kondisi gelap.
- d. Kemampuan menangkap objek berdiameter kecil secara detil.

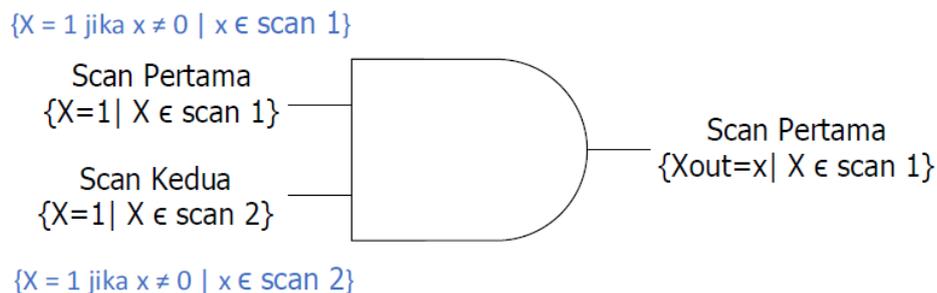
B. Python

Python adalah bahasa pemrograman interpretatif multiguna dengan filosofi perancangan yang berfokus pada tingkat keterbacaan kode. *Python* diklaim sebagai bahasa yang menggabungkan kapabilitas, kemampuan, dengan sintaksis kode yang sangat jelas, dan

dilengkapi dengan fungsionalitas pustaka standar yang besar serta komprehensif. *Python* juga didukung oleh komunitas besar [4].

C. Noise Remover atau Filter

Noise remover atau *filter* pada penelitian ini adalah suatu algoritma untuk mereduksi atau mengurangi data yang salah atau *noise* yang dihasilkan oleh perangkat LiDAR. Cara kerjanya adalah dengan membandingkan data hasil *scan* pertama dengan yang kedua. Mekanismenya sama seperti proses *logic gate* “AND”, dimana suatu output akan bernilai 1 jika semua input bernilai 1. Namun pada *noise remover* ini output yang akan ditampilkan bernilai tidak 0 jika kedua data *scan* tersebut bernilai 1. Pada gambar 2 diperlihatkan proses *logic gate* sistem *noise remover* yang menyerupai “AND” *gate*.



Gambar 2. *Logic gate* sistem *noise remover*.

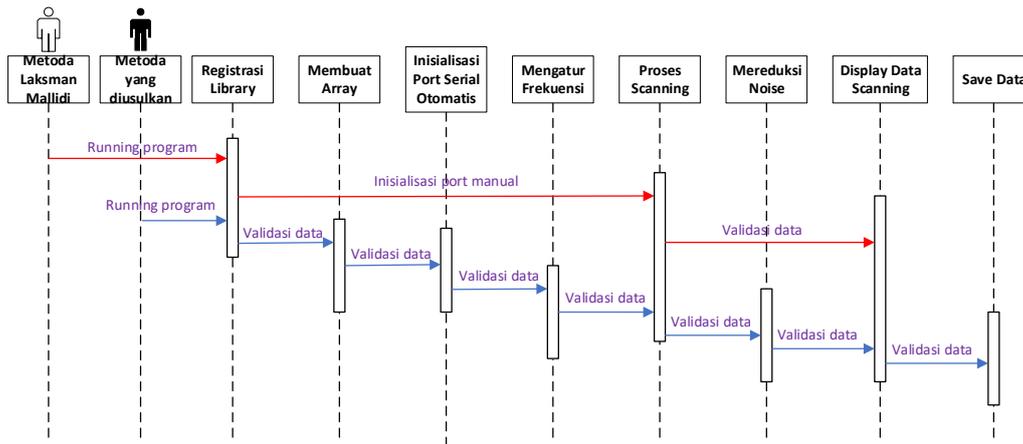
III. MODEL YANG DIUSULKAN

A. Arsitektur Model Secara Umum

Untuk membuat program LiDAR di aplikasi *python* ini, ada beberapa tahap yang perlu dilakukan, yaitu:

1. *Import library* yang dibutuhkan.
2. Menyiapkan *Array* sebagai penyimpanan data sementara selama proses *scanning* LiDAR [5].
3. Menyiapkan *Workbook Excel* sebagai tempat untuk penyimpanan data akhir yang diperoleh [6].
4. Menyiapkan *plot* atau gambar untuk *display* selama proses *scanning* LiDAR.
5. Melakukan pengecekan *port serial* LiDAR.
6. Melakukan proses *scanning* objek dan pengolahan data, lalu data itu disimpan.

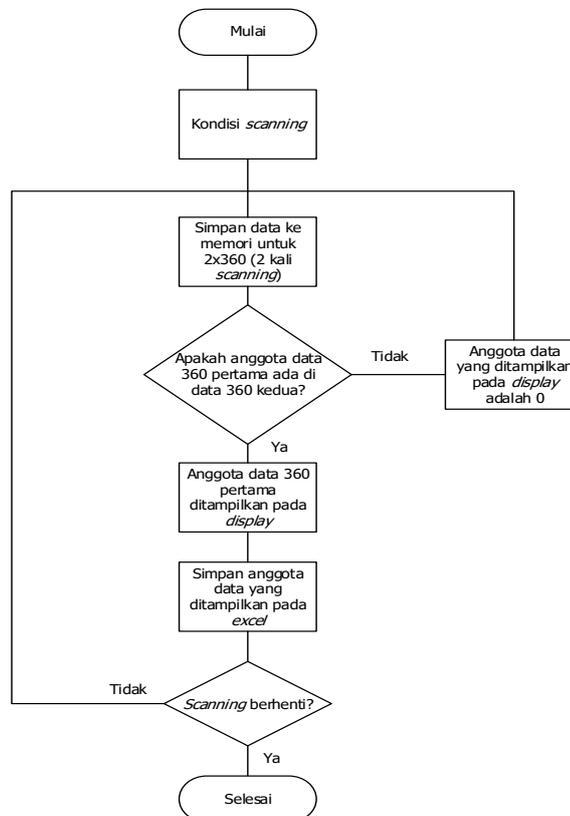
Untuk pengembangan *software*, digambarkan dalam diagram *sequence*. Pada gambar 3 diperlihatkan diagram *sequence* untuk *software* pendeteksian objek berbasis LiDAR 2D. Diagram tersebut terdiri dari *sequence* untuk *software* yang dikembangkan oleh Laksman [7] (alur panah berwarna merah), sedangkan *sequence* untuk *software* pengembangan pada penelitian ini digambarkan dalam alur panah berwarna biru.



Gambar 3. Diagram sequence.

B. Desain Filter atau Penghilang Noise (Noise Remover)

Sebelum bagian penutupan program, selanjutnya dapat disisipi program penghilang *noise*. Adapun langkahnya dapat diterangkan sebagai berikut. Setelah data *x* dan *y* dihitung pada periode *scan* pertama dan kedua selanjutnya dilakukan perbandingan antara keduanya. Jika data pada *scan* pertama juga terdapat pada *scan* kedua, maka data tersebut dianggap benar. Akan tetapi jika hal tersebut tidak terpenuhi maka dianggap *noise* atau tidak ada data. Untuk *flowchart* penghilang *noise* dapat dilihat pada gambar 4.



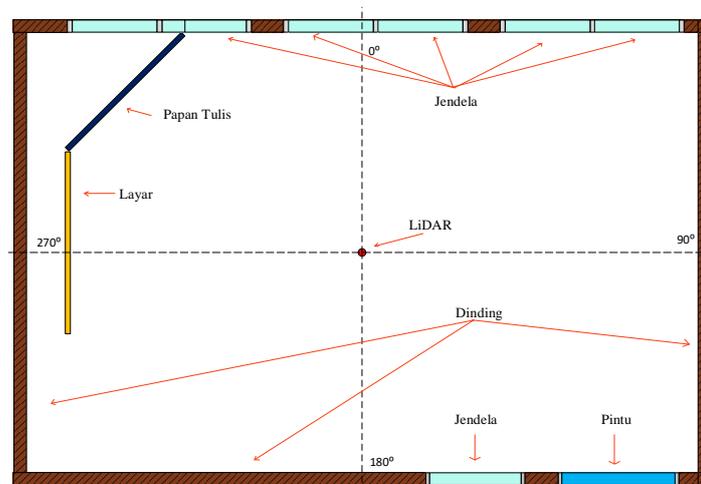
Gambar 4. Flow chart noise remover.

IV. IMPLEMENTASI MODEL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Model

1. Pengujian Tanpa *Noise Remover*

Pengujian ini dilakukan di ruang rapat LIPI Bandung. Maksud dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kinerja LiDAR selama di dalam ruangan, atau dalam skala yang lebih besar dari pengujian sebelumnya. Pengujian dilakukan dua kali, yaitu saat jendela dan pintu ruangan tertutup dan saat keduanya terbuka. Gambar 5 adalah ilustrasi dari ruang rapat serta posisi LiDAR didalamnya. Sementara itu, gambar 6 (a) sampai (d) memperlihatkan ruang rapat dari semua sisi.



Gambar 5. Ilustrasi ruang rapat LIPI.

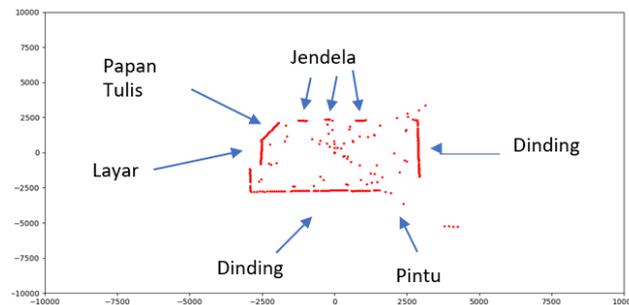


Gambar 6. Posisi ruangan rapat LIPI.

Pada gambar 6 (a) sampai (d), dapat dijelaskan yaitu sisi 1 adalah posisi 0° , sisi 2 adalah posisi 90° , sisi 3 adalah posisi 180° , dan sisi 4 adalah posisi 270° dari LiDAR sesuai dengan ilustrasi pada gambar 5.

a. Hasil Pengujian saat Jendela dan Pintu Terbuka

Pada gambar 7 diperlihatkan hasil deteksi objek dengan LiDAR dimana kondisi jendela dan pintu ruangan terbuka. Akibatnya banyak cahaya matahari dari luar masuk melalui celah sempit dan sebagian cahaya dari ruangan lain masuk melalui pintu.

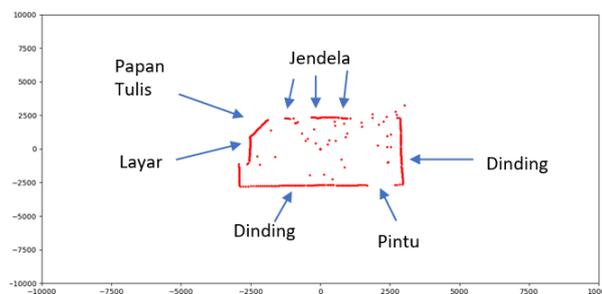


Gambar 7. Visualisasi rapat saat jendela dan pintu tertutup.

Hasil deteksi menunjukkan adanya *noise* atau derau yaitu berupa titik-titik yang berada diantara titik LiDAR dan tepi-tepi dinding ruangan. Pada dasarnya didaerah tersebut sebenarnya tidak ada objek, hal ini bisa dilihat gambar 6 (a) sampai (d).

a. Hasil Pengujian saat Jendela dan Pintu Tertutup

Pada gambar 8 diperlihatkan hasil deteksi objek dengan LiDAR saat jendela dan pintu tertutup. Hasil deteksi menunjukkan masih adanya *noise* tapi jumlahnya berkurang jika dibandingkan percobaan pada saat jendela dan pintu terbuka. Selain itu sisi jendela sekarang terdeteksi lebih tegas.

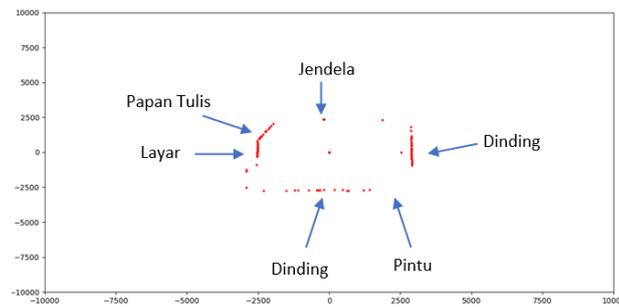


Gambar 8. Visualisasi ruang rapat saat jendela dan pintu terbuka.

2. Pengujian Dengan *Noise Remover*

a. Hasil Pengujian saat Jendela dan Pintu Terbuka

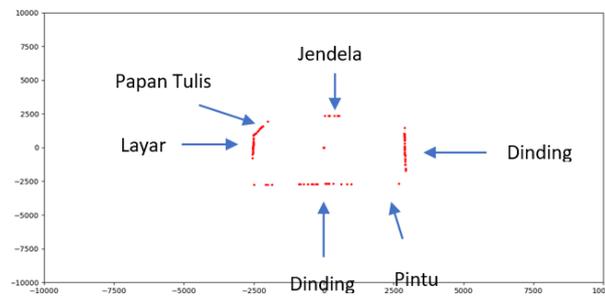
Dengan konstruksi pengujian yang serupa dengan bagian 1, penggunaan *noise remover* menghasilkan visualisasi seperti pada gambar 9. Hal ini menunjukkan *noise remover* bekerja dengan baik.



Gambar 9. Visualisasi saat jendela dan pintu terbuka dengan *noise remover*.

b. Hasil Pengujian saat Jendela dan Pintu Tertutup

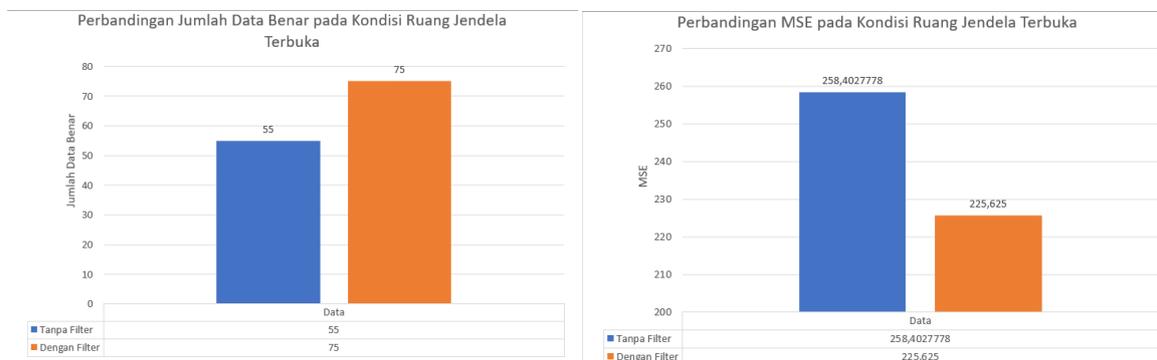
Dengan konstruksi pengujian yang sama dengan bagian 1 penggunaan *noise remover* menghasilkan visualisasi seperti pada gambar 10. Pengujian ini adalah saat jendela dan pintu tertutup. Terlihat bahwa tidak ada *noise* yang muncul, sehingga dapat dikatakan *noise remover* bekerja dengan baik.



Gambar 10. Visualisasi saat jendela dan pintu tertutup dengan *noise remover*.

B. Pembahasan

Untuk mengetahui hasil berupa nilai dari beberapa pengujian, maka dilakukanlah pengujian kuantitatif untuk membandingkan deteksi menggunakan *noise remover* atau tidak. Atau dengan kata lain, menentukan nilai *min square error* (MSE) antara penggunaan *noise remover* dan referensinya. Konstruksi pengujian yang dilakukan sama seperti bagian 1 dan 2. Untuk konstruksi bagian 1, hasil yang didapat ditunjukkan pada gambar 11.



(a) Jumlah Data Benar.

(b) Perbandingan MSE.

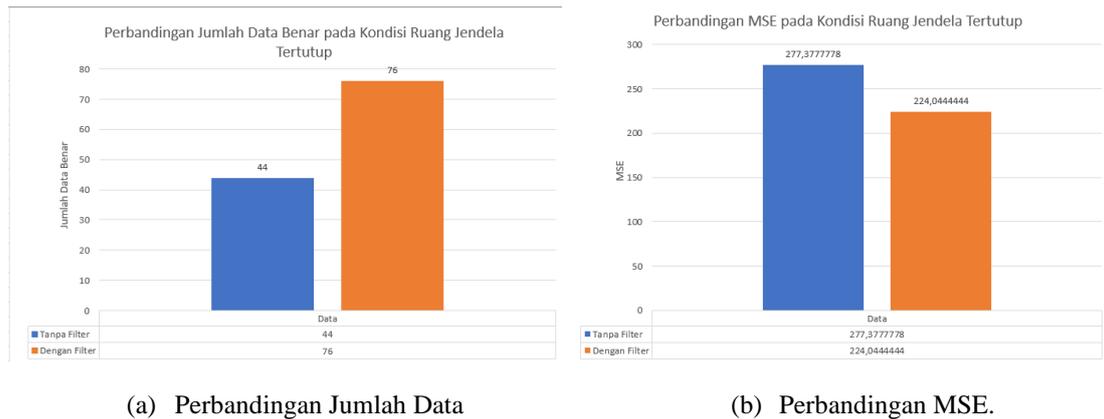
Gambar 11. Hasil perbandingan saat jendela dan pintu terbuka

Pada gambar 11 (a), perbandingan jumlah data benar pada saat kondisi dengan dan tanpa *filter* diperlihatkan, sedangkan pada gambar 11 (b), diperlihatkan perbandingan MSE-nya. MSE dihitung dengan menggunakan persamaan 2.

$$MSE = \frac{(\text{Jumlah data benar} - \text{total data 1 putaran})^2}{\text{total data 1 putaran}} \quad (2)$$

Total data 1 putaran = 360 data.

Sedangkan untuk kontruksi pengujian pada bagian 2, dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Hasil perbandingan saat jendela dan pintu tertutup

V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini, telah dilakukan rancang bangun *software* pendeteksian objek berbasis LiDAR. Adapun hasil yang didapat dapat disimpulkan adalah *software* dapat berfungsi untuk mengambil data LiDAR, memvisualisasikannya dan merekam secara real time. Performansi *software* dapat ditingkatkan dengan menggunakan *filter* atau *noise remover* yang dikembangkan. Secara visual data LiDAR dapat menunjukkan objek yang dideteksi, sedangkan secara kalkulasi MSE (*Mean Square Error*) dari penggunaan *noise remover* dapat turun dari 258,402 menjadi 225,625.

Untuk pengembangan lebih lanjut dari *software* ini adalah implementasi pada ROS (*Robot Operating System*), metode *noise remover* atau *filter* yang lain, dan pendeteksian objek dengan LiDAR 3D.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada pihak-pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini hingga makalah ini dapat dipublikasikan pada Seminar Nasional Sains Teknologi dan Inovasi Indonesia 2021, diantaranya kepada:

- LPDP (Lembaga Pengelola Dana Pendidikan) sebagai sponsor penelitian.
- BRIN (Badan Riset dan Inovasi Nasional) sebagai penyedia prasarana penelitian.
- Universitas Nurtanio sebagai penyedia prasarana penelitian.
- AAU (Akademi Angkatan Udara) sebagai perguruan tinggi kerjasama dengan Yasau untuk kolaborator penulisan naskah dan penyiapan konferensi serta prosiding.
- Serta rekan rekan – rekan peneliti lainnya.

REFERENSI

- [1] "Apa itu LiDAR dan Bagaimana Cara Kerjanya?". https://digiwarestore.com/id/digiware-news/43_apakah-lidar-itu-dan-bagaimana-cara-kerjanya (accessed June 10, 2020)
 - [2] E. Prahasta, *Pengolahan Data Sistem LiDAR (Light Detection and Ranging System) di Bidang Teknik Geodesi dan Geomatika*. Bandung: Penerbit Informatika, 2015.
 - [3] "YDLiDAR G4 Data Sheet" Shenzhen EAI Technology Co.Ltd.
 - [4] "Python". <https://medium.com/@milawasiaturr/python-adalah-bahasa-pemrograman-interpretatif-multiguna-dengan-filosofi-perancang-yang-berfokus-a7341987df28> (accessed June 10, 2020)
 - [5] "Numpy Array". <https://numpy.org/doc/stable/reference/generated/numpy.array.html> (accessed July 29, 2020)
 - [6] "Export Numpy Array to Excel in Python." <https://biokamikazi.wordpress.com/2016/07/07/export-numpy-array-to-excel-in-python> (accessed July 29, 2020)
 - [7] "PyLiDAR3". <https://github.com/lakshmanmallidi/PyLidar3> (accessed April 18, 2020)
-