



# JREEC

**JOURNAL RENEWABLE ENERGY  
ELECTRONICS AND CONTROL**

homepage URL : <https://ejurnal.itats.ac.id/jreec>



## **Implementasi Sensor Jarak Dalam Menentukan Tinggi dan Jarak Pohon Untuk Pengukuran Jarak Ruang Bebas Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi**

*Muh Albar Baiquni<sup>1</sup>, Agus Ludi Dwi S<sup>2</sup>*

*<sup>1,2</sup> Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*

### **INFORMASI ARTIKEL**

Jurnal JREEC – Volume 01  
Nomer 01, Mei 2021

Halaman:  
10 – 17  
Tanggal Terbit :  
31 Mei 2021

### **EMAIL**

[mualbarbaiquni@gmail.com](mailto:mualbarbaiquni@gmail.com)

### **PENERBIT**

Jurusan Teknik Elektro-  
ITATS  
Alamat:  
Jl. Arief Rachman Hakim  
No.100,Surabaya 60117,  
Telp/Fax: 031-5997244

### **ABSTRACT**

*The Regulation of Minister of Energy and Mineral Resources Number 02 Year 2019 concerning Minimum Free Distance and Free Space of High Voltage Air Channel, Extra High Voltage Air Channel, and High Voltage Air Channel of Direct Current for Electrical Power Distribution has specific regulation related to free distances toward High Voltage Air Channel and Extra High Voltage Air. Voltage 150kV has minimum free distance 5m in which stand inspection below transmission channel path has encountered several objects disrupting electricity distribution. For this reason, the researcher developed an application for measuring distance by lidar sensor and android smartphone supported with gyroscope features. All of them were then processed through trigonometry formula for obtaining the measurement value. The results of measurement test on tree height (C) within maximum distance 12 meters gained difference span: 30 degrees from 0.02 to 2.99m, 45 degrees from 0.007 to 10.25, and 60 degrees from 2.29 to 15.33m. Meanwhile, distance measurement (B) from user to tree within maximum distance 12 meters had difference span: 30 degrees from 0.17 to 4.97m, 45 degrees from 0.13 to 9.85m, 60 degree from 1.31 to 8.99m, and thus the span error was 0.381-0.803.*

**Key Word:** Lidar, Gyroscope, Trigonometry, Android, Ranging

### **ABSTRAK**

Peraturan pemerintah ESDM nomor 02 tahun 2019 tentang Ruang Bebas Dan Jarak Bebas Minimum Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi, Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi, Dan Saluran Udara Tegangan Tinggi Arus Searah Untuk Penyaluran Tenaga Listrik memiliki aturan khusus terkait jarak bebas terhadap saluran udara tegangan tinggi (SUTT) dan saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) untuk tegangan 150kV jarak bebas minimum adalah sebesar 5m. Dimana pada pelaksanaan inspeksi tegakan dibawah jalur saluran transmisi terdapat beberapa objek yang dapat memnggau keberlangsungan penyaluran kelistrikan. Pada penelitian ini, peneliti membuat suatu aplikasi pengukuran jarak menggunakan sensor lidar dan smarphone android dengan memanfaatkan fitur gyroscope pada smartphone yang kemudian keseluruhannya di olah dengan rumus trigonometri hingga mendapatkan nilai pengukuran. Didapatkan dari hasil uji pengukuran yang tinggi pohon (C) dengan jarak maksimal 12 meter dengan rentang perbedaan selisih pada sudut 30 derajat dari 0.02 s.d 2.99m, pada sudut 45 derajat dari 0.007 s.d 10.25 dan pada sudut 60 derajat dari 2.29 s.d 15.33m. Pengukuran jarak (B) dari pengguna ke pohon dengan jarak maksimal 12 meter dengan rentang perbedaan selisih pada sudut 30 derajat dari 0.17 s.d 4.97m, pada sudut 45 derajat dari 0.13 s.d 9.85m, pada sudut 60 derajat dari 1.31 s.d 8.99m dan rentang eror 0.381-0.803

**Kata Kunci:** Lidar, Gyroscope, Trigonometri, Android, Ranging

## PENDAHULUAN

Peraturan pemerintah ESDM nomor 02 tahun 2019 tentang Ruang Bebas Dan Jarak Bebas Minimum Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi, Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi, Dan Saluran Udara Tegangan Tinggi Arus Searah Untuk Penyaluran Tenaga Listrik memiliki aturan khusus terkait jarak bebas terhadap saluran udara tegangan tinggi (SUTT) dan saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) dimana untuk tegangan 150kV jarak bebas minimum adalah sebesar 5 meter[1].

Perbandingan pengukuran tinggi pohon menggunakan lidar dengan pengukuran manual pernah dilakukan oleh Dara O'Beirne yang mana didapatkan nilai perhitungan eror yang di tunjukan antara lidar dan alat ukur lapangan relati kecil dan nilai eror ini sangat dipengaruhi oleh sudut pengukuran dari alat ukur lapangan biasa[2]. Metode pengukuran lainnya seperti pengukuran dengan menggunakan gelombang ultrasonic, sinar infra merah, bahkan dengan pendeteksian cahaya memungkinkan untuk digunakan. Berbagai macam metode ini memiliki karakteristiknya dan kemampuan jarak ukurnya masing-masing dan sangat dipengaruhi oleh keadaan sekitar baik itu udara, cahaya, dan suara. Pengukuran jarak ini bagi seorang pengawas jaringan transmisi tegangan tinggi sangat diperlukan untuk mengetahui tinggi dan jarak pepohonan yang diawasi terhadap saluran udara tegangan tinggi. Pada saat ini, pengawas saluran transmisi tegangan tinggi menggunakan teropong untuk mengetahui tinggi dan jarak pohon terhadap saluran udara yang diawasi sehingga hasil pengukuran yang didapat tidak memiliki nilai yang akurat dan pada akhirnya berdampak pada keandalan saluran penyaluran kelistrikan pada saluran udara tegangan tinggi.

Berdasarkan permasalahan tersebut dan dengan berkembangnya berbagai teknologi saat ini, sangat dimungkinkan metode pengukuran yang diterapkan saat ini oleh pengawas saluran transmisi dapat digantikan dengan metode pengukuran terbaru dengan memanfaatkan sensor elektronik pengukuran jarak dan smartphone. Pengukuran dengan smartphone yang telah terprogram pada aplikasi android dan sensor pendeteksian cahaya (Lidar) yang dikonversikan kedalam persamaan Trigonometri dapat mengetahui jarak dan tinggi objek tersebut secara formulasi matematika. Sehingga diharapkan dengan adanya inovasi ini didapat hasil pengukuran yang akurat dan mempermudah pengawas saluran transmisi dalam melaksanakan tugasnya..

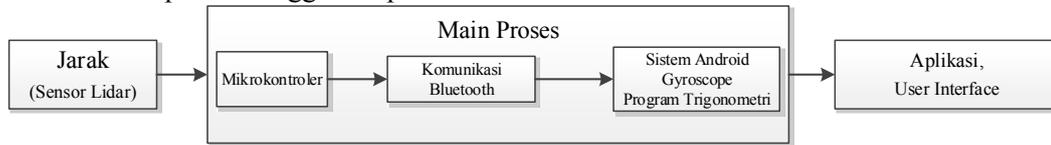
## TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang pengukuran jarak menggunakan gelombang ultrasonic. Alat ukur yang dibuat adalah alat pengukur elektronik untuk jarak dengan menggunakan gelombang ultrasonik untuk memancarkan dan menerima gelombang ultrasonik dari pemantulan objek yang diukur. Gelombang ultrasonik ini dapat dipantulkan oleh objek yang hendak diukur. Alat ukur jarak ini dapat mengukur jarak terdekat suatu objek sebesar 15 cm dan jarak terjauh sebesar 350 cm (3,5 m). Objek yang eukur besar akan terukur dengan baik dan pengukuran dilakukan tanpa ada halangan [3].

Penelitian tentang pengukuran hutan kota : Perbandingan Lidar Pengukuran Lidar Pada Tinggi Pohon Dengan Pengukuran Lapangan. Peneliti berpendapat bahwa pengukuran tinggi pohon merupakan kunci pada studi ekologi untuk mendapatkan penilaian dari biomass hutan, cadangan carbon, pertumbuhan dan produktifitas lingkungan. Riset ini dilakukan untuk mencari tentang keuntungan dan batasan dari penggunaan model pengukuran lidar udara yang dibandingkan dengan 3 perbedaan alat ukur pengukuran tinggi pohon yang konvensional di lingkungan hutan kota. Data Lidar yang didapat sangat berkorelasi dengan pengukuran yang dilakukan dilapangan pada pengukuran tinggi pohon dengan perhitungan ( $R^2 = 0,96$  di Panhandle dan  $R^2 = 0,92$  di situs Antiokhia). Kesalahan statistic perhitungan menunjukan bahwa tidak hanya perbedaan antara lidar dan pengukuran lapangan yang relative rendah. Tetapi eror pada sudut pengukuran vertical dengan metode tradisional memiliki pengaruh yang sangat besar untuk akurasi keseluruhan antara lidar dan pengukuran lapangan. Hasil ini menunjukan manfaat dari penggunaan data lidar udara untuk mengukur tinggi pohon di lingkungan perkotaan [2].

## METODE

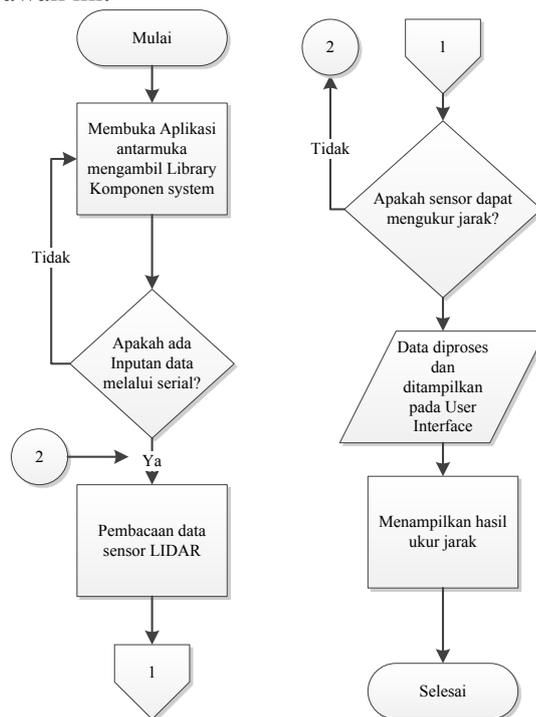
Blok diagram digunakan untuk mempermudah gambaran proses kerja sistem yang akan dibuat mulai dari tahap awal hingga tahap akhir.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

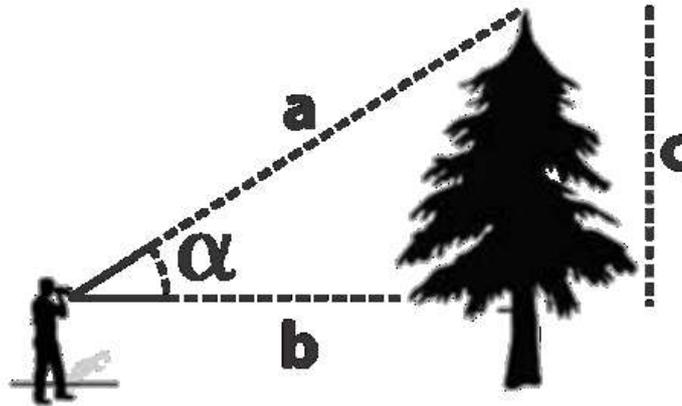
Dimulai dari harus adanya peralatan sebagai input ataupun sensor yang digunakan sebagai pembacaan awal kemudian dikirimkan ke main processor atau CPU untuk diproses sesuai algoritma yang telah dibuat lalu data olahan dari algoritma tersebut dikirim melalui komunikasi Bluetooth ke system android. Untuk pengiriman data serial ini sebelumnya data 8bit dicacah atau di bagi agar nilainya tidak lebih dari 8 bit, dan pada penerima di bagian android data tersebut kemudian dicacah atau di kali kembali dengan nilai pencacah / pembagi semula. Nilai yang didapat ini kemudian diolah sesuai dengan algoritma pemrograman trigonometri pada android dengan memanfaatkan fitur gyroscope pada smartphone android untuk mendapatkan nilai sudut. Kemudian hasil data olahan tersebut ditampilkan pada user interface yakni menggunakan aplikasi android.

Adapun untuk alur proses kerja utama pada penelitian ini memiliki beberapa tahapan yang di tunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Flowchart Program Utama

Pelaksanaan pengukuran atau pengambilan data pada penelitian ini menggunakan cara Ketika seseorang Melakukan peneropongan pada suatu objek, dimana pengguna harus mengarahkan alat ke objek yang dituju seperti ditunjukkan pada berikut :



Gambar 2. Metode Pengukuran Jarak Dan Tinggi Pohon

Pandangan pengguna harus bebas dari halangan baik itu ranting, daun dan bangunan lain yang ada di hadapannya. Ketika semua pandangan yang menuju ke arah objek sudah bebas maka pengguna Melakukan bidikan ke obyek yang di tuju dengan memegang alat setinggi mata pengguna. Pengguna wajib mengetahui jarak mata pengguna ke tanah sebagai acuan penambahan perhitungan.

Untuk mendapatkan data pengukuran, pengujian alat dilakukan di ruas SUTT 150kV dengan objek tegakan sekitar jalur transmisi. Untuk pembandingan data hasil pengukuran dan dengan melakukan perhitungan manual dengan memanfaatkan persamaan trigonometri berdasarkan gambar dibawah ini.

Pada gambar 4 diatas huruf a merupakan jarak antara pohon terhadap pengguna, huruf b merupakan jarak ukur sensor lidar yang dikenakan ke objek. Huruf  $\alpha$  merupakan sudut yang didapat dari kemiringan smartphone yang memanfaatkan sensor gyroscope. Dan huruf C merupakan tinggi pohon yang didapat dari ujung atas pohon terhadap tinggi ukur dari pengguna. Dimana rumus untuk mendapatkan nilai c dan a adalah sebagai berikut :

$$c = \sin \alpha \times b \dots\dots\dots (1)$$

$$a = b / \cos \alpha \dots\dots\dots (2)$$

$$b = \cos \alpha \times a \dots\dots\dots (3)$$

Setelah mendapatkan nilai variable a, b dan c dilanjutkan dengan perumusan nilai variance, standar deviasi dan standar eror pada persamaan 7, 8 dan 9 berikut:

$$Variance (S^2) = \frac{1}{n-1} \sum (X_1 - X)^2 \dots\dots\dots (4)$$

$$Standar deviasi (S) = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (X_1 - X)^2} \dots\dots\dots (5)$$

$$Standar Error (SE) = \frac{S}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (6)$$

Selain itu juga terdapat perhitungan untuk mendapatkan data sudut rotasi dari sensor gyroscope diinterpretasikan dalam 3 variabel x, y, dan z. dimana ketiga variabel ini kemudian diubah kedalam data Roll dan Pitch berdasarkan persamaan berikut.

$$roll = (Math.atan2(y, z) * 180/Math.PI) - 90 \dots\dots\dots (7)$$

$$pitch = (Math.atan2(x, z) * 180/Math.PI) - 90 \dots\dots\dots (8)$$

Data roll dan data pitch ini kemduian di konversi lagi kedalam perhitungan trigonometri pada pemrograman android studio dengan persamaan nomor 12 dan nomor 13 yaitu proses konversi sudut untuk posisi smartphone landscape untuk menentukan tinggi objek dan jarak objek terhadap pengguna.

$$Lstinggi = \text{Math.abs}(\text{Math.sin}(\text{Math.toRadians}(\text{pitch})) * a) \dots\dots\dots (9)$$

$$Lctinggi = \text{Math.abs}(\text{Math.cos}(\text{Math.toRadians}(\text{pitch})) * a) \dots (10)$$

Nilai a pada persamaan diatas merupakan nilai dari hasil pembacaan sensor jarak yang telah di olah pada pemrograman android studio.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pembahasan Data I**

Sebuah sensor yang memiliki nilai hasil pembacaan pengukuran untuk menjadikan nilai tersebut tepat perlu dilakukan kalibrasi. Dimana proses kalibrasi ini membandingkan hasil pembacaan secara Sebenarnya menggunakan alat ukur baik meteran maupun penggaris dengan hasil pembacaan pengukuran jarak sensor. Mode program sensor yang digunakan adalah rapid mode, dimana pada data sheet dalam mode ini sensor akan efektif membaca pada jarak > 2.5cm. Proses kalibrasi pada sensor ini di tunjukkan pada Gambar 2 berikut :



Gambar 3. Proses kalibrasi jarak sensor

Pada proses ini, peneliti menggunakan media ukur penggaris dengan memindahkan jarak sensor terhadap suatu objek dari 1cm – 60cm. didapatkan tabel pengukuran sebagai berikut :Penulisan pembahasan dapat tersusun dari sub-pembahasan seperti pada template berikut.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran menggunakan alat uji

No	Jarak penggaris (cm)	Hasil baca sensor (cm)	Selisih (cm)	No	Jarak penggaris (cm)	Hasil baca sensor (cm)	Selisih (cm)
1.	1	4	0	16	16	16	0
2.	2	4	0	17	17	17	0
3.	3	5	1	18	18	18	0
4.	4	5	1	19	19	19	0
5.	5	6	1	20	20	20	0
6.	6	6	0	21	21	21	0
7.	7	7	0	22	22	22	0
8.	8	8	0	23	23	23	0
9.	9	9	0	24	24	24	0

No	Jarak penggaris (cm)	Hasil baca sensor (cm)	Selisih (cm)	No	Jarak penggaris (cm)	Hasil baca sensor (cm)	Selisih (cm)
10.	10	10	0	25	25	25	0
11.	11	11	0	26	26	26	0
12.	12	12	0	27	27	26	1
13	13	12	1	28	28	28	0
14	14	14	0	29	29	29	0
15	15	15	0	30	30	30	0
Rata-rata							0.167

Setelah dilakukan kalibrasi jarak sensor terhadap jarak sebenarnya yang terlihat pada tabel 1 didapatkan rata-rata selisih jarak sebenarnya dibandingkan dengan jarak hasil baca sensor sebesar 0.167cm. dimana nilai ini dapat terjadi bila ketika pelaksanaan pengukuran penempatan alat “lidar solution” tidak tepat di atas jarak pada pengukuran sebenarnya.

Beberapa smartphone android memiliki fitur sensor gyroscope. Sensor ini digunakan pada smartphone android untuk menentukan rotasi layar. Sensor gyroscope ini merupakan petunjuk arah gerak rotasi pada smartphone[4]. Pengukuran sensor gyroscope digital pada alat lidar solution ini ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4. Proses kalibrasi sensor gyroscope smartphone

Kalibrasi yang dilakukan pada penelitian ini dengan cara meletakkan smartphone pada tripod dengan posisi tegak lurus 90 derajat menghadap suatu objek. Kemudian pada tripod ditambahkan penggaris busur 180 derajat. Agar penggaris tidak berubah, maka penggaris di lem pada poros tripod yang statis. Setelah penggaris sudah terpasang pada porosnya dan tidak bergerak, selanjutnya dilakukan pemutaran / rotasi pada smartphone yang dipasang pada tripod. Perputaran / rotasi yang dilakukan dari 0 hingga 65 derajat dengan kenaikan sudut setiap 5 derajat. Hasil pembacaan sensor dengan penggaris busur ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran kalibrasi jarak sensor dengan jarak sebenarnya

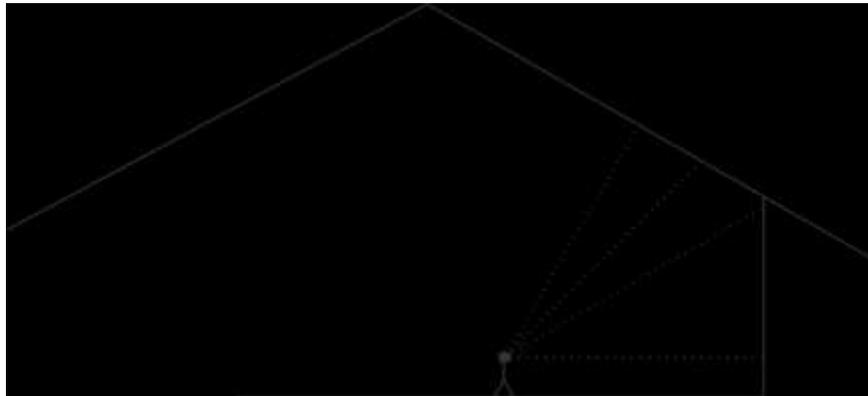
No	Sudut Busur (derajat)	Hasil baca sensor gyro (derajat)	Selisih (derajat)
1.	0	0.7	0.7
2.	5	5.1	0.1
3.	10	9.2	0.8
4.	15	14.6	0.4

No	Sudut Busur (derajat)	Hasil baca sensor gyro (derajat)	Selisih (derajat)
5.	20	20.2	0.2
6.	25	25.6	0.6
7.	30	30.4	0.4
8.	35	35.6	0.6
9.	40	41.5	1.5
10.	45	45.2	0.2
11.	50	49.3	0.7
12.	55	55.3	0.3
13	60	61.6	1.6
14	65	65.1	0.1
Rata-rata			0.58

Data hasil kalibrasi didapatkan nilai rata-rata selisih pembacaan sudut sebesar 0.58. Nilai ini dapat terjadi karena pembacaan sensor yang bersifat continuous atau terus menerus sehingga data yang dibaca dapat naik atau turun ketika alat pada tripod bergerak, baik itu karena getaran atau lainnya.

### Pembahasan Data II

Hasil pengukuran dengan menggunakan alat LidarSolution pada ruangan tertutup (lapangan badminton indoor) dengan ilustrasi ditunjukkan pada Gambar 4.1 dan hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 4.2 berikut.



Gambar 5. Ilustrasi lokasi pengujian alat lidar Solution

Tabel 3. Hasil Pengujian pengukuran alat uji LidarSolution

No	Jarak Objek (m)	Sisi samping B (m)	Sudut (derajat)	Sisi depan C (m)	Sisi Samping B (m)
1.	5	5.17	30.6	2.940	6.010
2.	5	5.17	30.6	2.939	6.010
3.	5	5.14	31.7	3.050	6.040
4.	5	3.69	60.2	6.440	7.410
5.	5	3.69	60.2	6.440	7.410
6.	5	3.7	58.9	6.280	7.330
7.	5	5.13	46	5.250	7.430
8.	5	5.20	46.1	5.284	7.500

No	Jarak Objek (m)	Sisi samping B (m)	Sudut (derajat)	Sisi depan C (m)	Sisi Samping B (m)
9.	5	5.13	46.3	5.250	7.430
10.	10	8.76	30.1	4.960	10.130
11.	10	8.76	30.1	4.960	10.130
12.	10	8.71	30	4.910	10.060
13.	10	7.09	45.6	7.120	10.130
14.	10	7.07	45.6	7.096	10.100
15.	10	7.08	45	6.958	10.010
16.	10	4.99	60.5	8.820	10.130
17.	10	4.99	60.5	8.817	10.130
18.	10	4.82	61.6	8.910	10.130
19.	12	7.06	29	3.840	8.100
20.	12	7.03	30	3.940	8.120
21.	12	7.03	30	3.940	8.120

Dapat dilihat pada gambar 4.5 ilustrasi lokasi pengujian yang di gunakan adalah ruangan indoor lapangan badminton dengan ketinggian raungan 9meter berbatasan dengan atap sehingga sangat mempengaruhi hasil pengukuran diatas jarak 10m. hal ini yang mempengaruhi semakin jauh jarak maka selisih nilai semakin besar.

## KESIMPULAN

Sensor lidar dan aplikasi ALS-1 dapat mengukur tinggi pohon (C) dengan jarak maksimal 12 meter dengan rentang perbedaan selisih pada sudut 30 derajat dari 0.02 s.d 2.99m, pada sudut 45 derajat dari 0.007 s.d 10.25 dan pada sudut 60 derajat dari 2.29 s.d 15.33m.

Pengukuran jarak (B) dari pengguna ke pohon dengan jarak maksimal 12 meter dengan rentang perbedaan selisih pada sudut 30 derajat dari 0.17 s.d 4.97m, pada sudut 45 derajat dari 0.13 s.d 9.85m dan pada sudut 60 derajat dari 1.31 s.d 8.99m

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada bagian ini bersifat optional, boleh dihilangkan oleh penulis. Ucapan terima kasih berisikan prakata apresiasi penulis kepada orang, kelompok atau instansi yang berkontribusi pada program penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Permen ESDM No.02, "Tentang Ruang Bebas Dan Jarak Bebas Minimum Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi, Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi, Dan Saluran Udara Tegangan Tinggi Arus Searah Untuk Penyaluran Tenaga Listrik," *Jakarta*, vol. 1, p. 15, 2019.
- [2] D. O'Beirne, "Measuring The Urban Forest: Comparing Lidar Derived Tree Heights To Field Measurements," *San Fransisco*, vol. 1, p. 11, 2012.
- [3] M. Betrand, "Alat Ukur Jarak Menggunakan Gelombang Ultrasonik," *Surabaya, UKWM*, p. i, 2000.
- [4] C. dkk Chandra, "Implementation of Gyroscope sensor on Android Smartphone," *Indonesian Assoc. Pattern Recognit. Int. Conf.*, vol. 1, p. 3, 2018.