

PROTOTYPE ALAT BANTU LANGSIR UNTUK PENUNJANG KESELAMATAN DENGAN SISTEM PENDETEKSI JARAK BERBASIS SENSOR ULTRASONIK

Bagus Permana
Politeknik Perkeretaapian
Indonesia Madiun
Jl. Tirta Raya, Pojok, Nambangan
Lor, Kec. Manguharjo, Madiun,
Jawa Timur 63161
Bpermana107@gmail.com

Safrudin Kurniawan¹
Politeknik Perkeretaapian
Indonesia Madiun
Jl. Tirta Raya, Pojok, Nambangan
Lor, Kec. Manguharjo, Madiun,
Jawa Timur 63161
safrudin@ppi.ac.id

Sunaryo
Politeknik Perkeretaapian
Indonesia Madiun
Jl. Tirta Raya, Pojok, Nambangan
Lor, Kec. Manguharjo, Madiun,
Jawa Timur 63161
Sunaryo@ppi.ac.id

Abstract

Railways are one of the modes of transportation that prioritize the continuity of operations. One of them is the shunting activity, previously the gesture was delivered with flags, flute, and lanterns, now it has been developed using Handy Talky (HT). However, in the use of HT and some of these tools, there are still problems. Then the author spreads a questionnaire to the first machinist to assess the constraints and needs of the shunting tool. The research continued with the design of a prototype of a shunting tool using the Research and Development method. Then data analysis was carried out using the percentage descriptive method with a questionnaire assessment with a likert scale to find out the level of needs of the prototype tool to be made. The results of the needs analysis were known, 28 people (63%) rated the need for this tool as high/urgently needed, 6 people (26%) rated moderate/needed, and 4 people (11%) rated low/not needed. It is known that tool pairing can be done with an average time of 4.7 seconds, the farthest distance of the tool connection is 65 meters (without hindrance), and the error rate is 0.37%.

Keywords: Technology, Shunting, Prototype, Research and Development, Descriptive Percentage, HC-SR04, ESP8266

Abstrak

Kereta Api salah satu moda transportasi yang mengedepankan keselamatan operasi. Salah satunya adalah kegiatan langsir, sebelumnya isyarat disampaikan dengan bendera, selompret, dan/lentera, kini sudah dikembangkan menggunakan *Handy Talky (HT)*. Namun dalam penggunaan *HT* dan beberapa alat tadi masih terdapat permasalahan. Kemudian penulis menyebar kuesioner kepada masinis pertama untuk menilai kendala dan kebutuhan alat bantu langsir. Penelitian dilanjutkan dengan perancangan *prototype* alat bantu langsir menggunakan metode *Research and Development*. Kemudian dilakukan analisis data menggunakan metode deskriptif persentase dengan penilaian kuisioner berskala *likert* untuk mengetahui tingkat kebutuhan dari *prototype* alat yang akan dibuat. Hasil analisis kebutuhan diketahui, 28 orang (63%) menilai kebutuhan akan adanya alat ini tinggi/sangat dibutuhkan, 6 orang (26%) menilai sedang/dibutuhkan, dan 4 orang (11%) menilai rendah/tidak dibutuhkan. Diketahui bahwa *pairing* alat dapat dilakukan dengan rata-rata waktu 4,7 detik, jarak terjauh koneksi alat adalah 65 meter (tanpa halangan), dan tingkat *error* sebesar 0,37%.

Kata Kunci: Teknologi, Langsir, *Prototype*, *Research and Development*, Persentase Deskriptif, HC-SR04, ESP8266

¹ Coresponding author: [safrudin@ppi.ac.id](mailto:sufrudin@ppi.ac.id)

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi membawa perubahan pada segala bidang kehidupan manusia salah satunya pada bidang transportasi. Pengaplikasian teknologi harus mendukung penyelenggaraan kereta api yang menjamin keselamatan, aman, nyaman, cepat, tertib, efisien, serta terpadu dengan moda transportasi lain. Salah satu urusan operasi kereta api yang setiap harinya dilaksanakan oleh PT KAI baik di stasiun, depo sarana, dan wilayah operasi KA adalah kegiatan langsir. Pelaksanaan langsir pada saat ini masih dilakukan dengan bantuan manusia, dan sesuai dengan ketentuan PD 3 Tahun 2019, yakni membawa bendera langsir selomporet/suling mulut, dan/lentera sebagai alat elektronik yang dapat memberikan isyarat langsir (PT Kereta Api Indonesia, 2019b). Kemudian sesuai dengan Peraturan Direksi PT Kereta Api Indonesia Nomor KEP.U/KL.104/IV/1/KA-2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Perintah Langsir Menggunakan *Handy Talky*, yang menyatakan bahwa saat ini para petugas berkomunikasi dan melaksanakan langsir dengan bantuan Handy Talky (PT Kereta Api Indonesia, 2019a).



Gambar 1. Peralatan yang digunakan ketika proses langsir

Meskipun sudah dilengkapi dengan semboyan, lentera, dan HT akan tetapi masih terdapat beberapa kendala yang dikeluhkan oleh para petugas langsir, di antaranya lentera yang dibawa dengan ketentuan menurut PD 3 terlalu besar dan menghambat gerak para juru langsir, Informasi atau isyarat langsir yang disampaikan seringkali tidak jelas, seringkali juru langsir hanya bergelantungan diujung lokomotif sehingga alat yang berat menambah risiko kerja juru langsir/Petugas Langsir (PLR), penggunaan HT yang dinilai efisien, ternyata sering mengalami gangguan ketika hujan dan angin kencang, akibatnya informasi yang diberikan tidak tersampaikan dengan jelas.

Seperti contoh kejadian di Stasiun Kertosono, Jawa Timur, tragedi yang menimpa Kereta Api Dhoho pada tanggal 13 Februari 2022. Pada saat itu kondisi sedang hujan dan sedang ada proses putar lokomotif. Menurut SOP stasiun setempat juga ditetapkan bahwa ketika kondisi hujan, HT tidak digunakan (karena pernah tersambar petir) dan hanya menggunakan selomporet langsir. Ketika kejadian suara selomporet langsir tidak terdengar masinis sehingga aba-aba tidak tersampaikan dan terjadi benturan antara lokomotif dengan rangkaian. Berdasarkan hasil pengamatan pada kondisi lapangan, guna memaksimalkan keamanan pada proses langsiran, penulis hendak membuat *prototype* alat bantu langsir

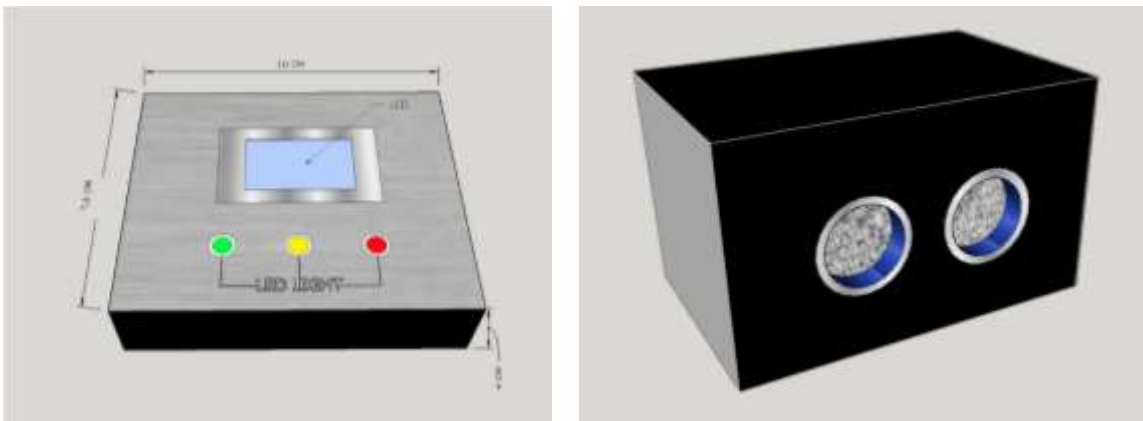
dengan sensor jarak. Alat ini akan menjadi pedoman jarak tersendiri bagi masinis dan asisten masinis ketika proses langsiran.

PROSES PRODUKSI

Proses produksi *prototype* alat bantu langsir ini akan dimulai dengan perencanaan desain awal, kajian kebutuhan masinis terhadap alat, pemrograman menggunakan Arduino Ide, perakitan *prototype* alat, pengujian perangkat dan komponen, dan terakhir menguji tingkat *error* alat.

DESAIN

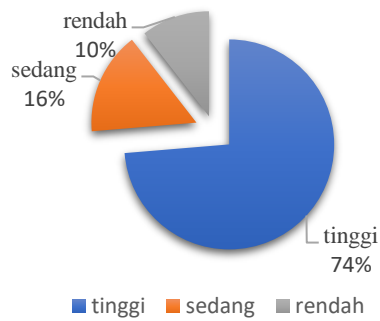
Proses pendesainan *prototype* alat bantu langsir ini menggunakan *Software SketchUP Pro* dalam bentuk 3D. Desain dibuat untuk perangkat sensor dan perangkat *display*. Masing-masing perangkat direncanakan menggunakan kotak elektronik berukuran 10 x 7,5 x 4 cm. Desain gambar *prototype* alat bantu langsir yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain *SketchUp Prototype* Alat Bantu Langsir 3D

KAJIAN KEBUTUHAN

Kajian kebutuhan dilakukan dengan melakukan angket kepada 38 masinis dan asisten masinis pertama di Stasiun Arjawinangun. Kajian kebutuhan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kebutuhan dari *Prototype* alat bantu langsir ini. Berikut diagram hasil angket kebutuhan yang diperoleh dengan metode deskriptif persentase seperti terlihat pada Gambar 3.

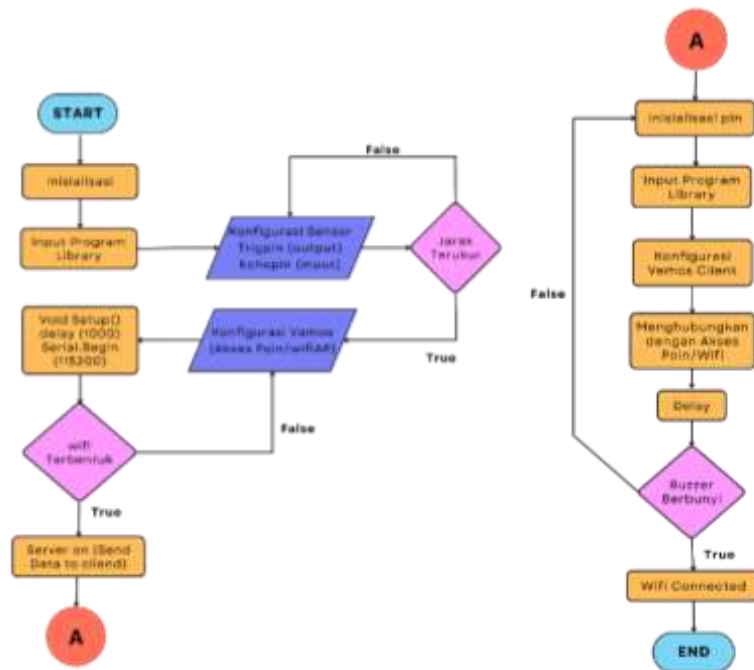


Gambar 3. Diagram tingkat kebutuhan *prototype* alat bantu langsir

Diketahui bahwa dari total 38 masinis, 28 (74%) di antaranya menilai kebutuhan akan adanya *prototype* alat bantu langsir ini tinggi, 6 (16%) menilai sedang, dan 4 (10%) menilai rendah. Dapat disimpulkan bahwa perencanaan akan dibuatnya *prototype* ini dibutuhkan oleh para masinis dan/asisten masinis.

PEMROGRAMAN ALAT

Pada proses pemrograman ini dilakukan dengan menggunakan *software Arduino Ide*. Pemrograman terdiri atas 3 tahap yang berbeda, yakni deklarasi awal, *SetUp*, dan *Loop*. Pemrograman akan digambarkan dalam bentuk *flowchart* pada Gambar 4.



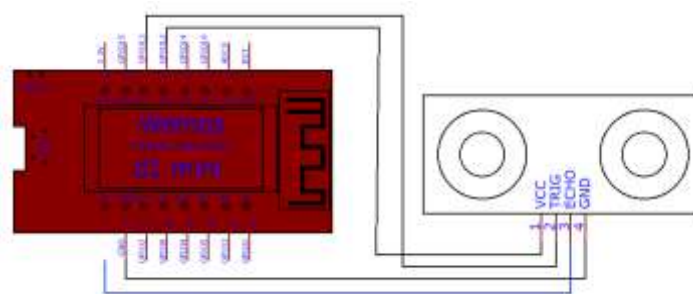
Gambar 4. *Flowchart* pemrograman

PERAKITAN ALAT

Prototype alat bantu langsir dalam perakitannya terdiri atas beberapa komponen. Komponen yang digunakan harus disesuaikan dengan kebutuhan agar dapat memudahkan proses penggunaan nantinya di lapangan, serta sesuai dengan fungsinya yakni menunjang keselamatan proses langsir. Komponen yang digunakan meliputi:

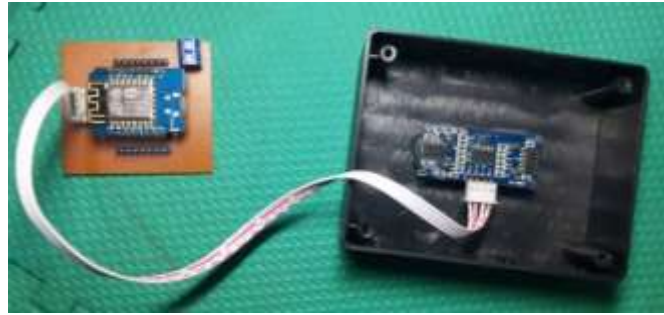
- a. 2 buah mikrokontroler Vemos D1 Mini ESP8266
- b. 1 buah sensor ultrasonik HC-SR04
- c. 1 buah *OLED Display*
- d. 2 buah box elektronik
- e. 2 buah kabel usb *type-b*
- f. 1 buah *buzzer*
- g. 3 buah led (merah, kuning, hijau)
- h. Kabel *jumper*

Rangkaian *prototype* alat menjadi tahapan awal dari perakitan. Perangkaian tiap komponen dengan baik dan benar akan menghasilkan *output* yang mampu berjalan sesuai dengan Pemrograman yang dibuat. Proses perakitan ini dimulai dengan penyusunan rangkaian agar dapat tersambung dengan benar. Susunan rangkaian dari perangkat *display* dan sensor disajikan pada Gambar 5 – 8.

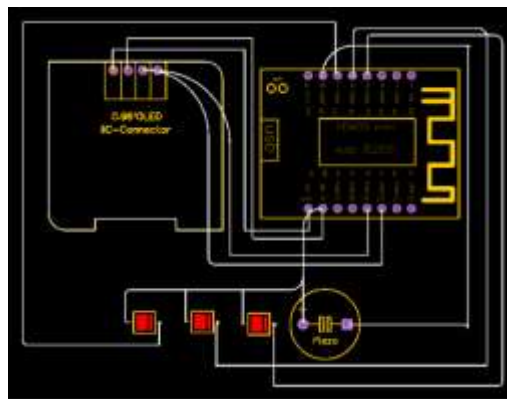


Gambar 5. Rangkaian 2D perangkat sensor

- Pin D7 VeMos dihubungkan dengan Pin *Trigger* (Trig) pada Sensor Ultrasonik HC-SR04.
- Pin D6 VeMos dihubungkan dengan Pin *Echo* pada Sensor Ultrasonik HC-SR04.
- Hubungkan Pin VCC dan GND pada kedua komponen.



Gambar 6. Rangkaian komponen sensor



Gambar 7. Rangkaian 2D perangkat *display*

- Pin D8 VeMos dihubungkan dengan *Buzzer*.
- Pin D7 VeMos dihubungkan dengan *LED Merah*.
- Pin D6 VeMos dihubungkan dengan *LED Kuning*.
- Pin D5 VeMos dihubungkan dengan *LED Hijau*.
- Hubungkan Pin GND dengan seluruh komponen.



Gambar 8. Rangkaian komponen *display*

Berikut penjelasan mengenai sistem kerja dari *Prototype* alat bantu langsir yang telah dirangkai sedemikian rupa:

1. *Hardware* Sensor diletakkan dibagian yang telah ditentukan. Perhitungan jarak yang telah ditentukan pada posisi tersebut kemudian dibuat pada program.
2. Sensor Ultrasonik akan mendeteksi *obstacle* yang ada di depannya. Kemudian akan terhitung jarak antara sensor diletakkan dengan *obstacle* di depannya. Sensor melalui mikrokontroler esp8266 kemudian mengirimkan *input* data hasil deteksi jarak kepada esp8266 yang ada pada *display*.
3. Pada *display* kemudian dibuat program yang mengolah hasil data jarak yang masuk dari sensor. Program yang ada akan menilai ketika jarak terhitung 300cm-200cm maka *LED* kuning akan menyala, ketika jarak 200-145cm maka *LED* merah menyala, jarak 150-145 cm maka *buzzer* akan berbunyi, tanda *coupler* sudah tersambung. Kemudian setelah tersambung *LED* akan menjadi hijau Kembali.

PENGUJIAN ALAT

Pengujian pertama dilakukan dengan menghidupkan dan menghubungkan perangkat sensor dengan *display*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah seluruh komponen dapat bekerja dengan baik atau tidak. Seperti *LED* dapat memancarkan cahaya, *OLED* dapat menampilkan kata sesuai program, kemudian *buzzer* dapat berbunyi. Setelah diuji diketahui bahwa keseluruhan komponen bekerja dengan baik. *OLED* berhasil menampilkan data jarak yang dibaca sensor dalam bentuk angka, kemudian juga *LED* berhasil menyala sesuai dengan data *coding* yang ada, di mana pada jarak ≤ 170 cm *LED* merah menyala, pada jarak ≤ 235 cm *LED* kuning akan menyala, dan pada jarak ≤ 300 cm *LED* hijau menyala. *Buzzer* berbunyi sesuai dengan jarak yang ditentukan, yakni ketika jarak 149-147 cm.

Kemudian dilakukan uji waktu *pairing* kedua perangkat. Uji dilakukan sebanyak 20 kali. Dari hasil pengujian *pairing* perangkat, diketahui bahwa rata - rata waktu yang dibutuhkan untuk menghubungkan kedua perangkat dari 20 kali pengujian tanpa halangan adalah 4,7 detik.

Dilanjutkan dengan pengujian modul ESP8266 dengan cara melakukan tes koneksi. Menilai sejauh apa jarak kedua perangkat dapat terhubung. Pengujian dilakukan dengan meletakkan perangkat sensor pada jarak 0 dan bertahap menjauhkan perangkat *display* hingga jarak terjauh modul dapat terhubung dengan baik.



Gambar 9. Dilakukan pengujian dari jarak 5-70 meter

Diketahui dari hasil pengujian *prototype* alat dari jarak 15 meter hingga terhitung 65 meter, modul *wifi* ESP8266 masih dapat terhubung dan menyampaikan data jarak yang dikirim sensor ultrasonik dengan baik.

Kemudian dilakukan uji tingkat *error* sensor ultrasonik. Pengujian *error* dilakukan untuk mengetahui kesalahan sistematis dari alat. Kesalahan sistematis adalah kesalahan yang asalnya dari pengaruh yang diketahui dengan pasti, dan adanya faktor yang mengakibatkan hasil pengujian lebih tinggi atau rendah dari nilai sebenarnya (Hadi, 2017). Kesalahan sistematis dapat dihitung dengan mengetahui tingkat *error* dengan membandingkan jarak yang terhitung oleh sensor dengan jarak yang dihitung dengan meteran. Mengetahui tingkat *error* dengan menghitung menggunakan perhitungan kesalahan relatif dan kesalahan absolut (Al Qharomi, 2017). Dengan menggunakan rumus di antaranya:

$$\text{Kesalahan Absolut} = x - y \quad (1)$$

$$\text{Kesalahan Relatif} = \frac{x-y}{y} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan: x = Pengukuran oleh meteran (cm)

y = Pengukuran oleh sensor ultrasonik (cm)

Kemudian didapatkan hasil uji seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji

No	Pengukuran Oleh Mistar (cm)	Pengukuran Oleh Sensor Ultrasonik (cm)	Error (%)
1	0	0	0%
2	20	20	0%
4	40	40	0%
5	60	60	0%
6	80	79	1,27%
8	100	98	2,04%
9	120	119	0,84%
10	140	140	0%
12	160	159	0,63%
13	180	179	0,56%
14	200	199	0,50%
16	220	220	0%

No	Pengukuran Oleh Mistar (cm)	Pengukuran Oleh Sensor Ultrasonik (cm)	Error (%)
17	240	238	0,84%
18	260	260	0%
19	280	279	0,36%
20	300	299	0,33%
TOTAL			7,37%
Rata-rata <i>error</i>			0,37%

Diketahui dari hasil pengujian kalibrasi alat, terhitung jarak terjauh yang dibaca sensor adalah 300 cm/3 meter. Diketahui *error* terbesar ada pada jarak uji 100 cm, yakni jarak yang terbaca sensor 97 cm dan nilai *error*nya adalah 2,04%. Ketika tingkat rata-rata tingkat *error* lebih besar dari 5% maka perlu dilakukan kalibrasi ulang sensor (Al Qharomi, 2017). Namun jika tidak maka alat sudah dapat dikatakan andal. Diketahui juga rata-rata *error* pada sensor adalah 0,37%. Tingkat *error* yang kecil menandakan bahwa sensor ultrasonik dapat bekerja dengan baik.

KESIMPULAN

Diketahui penilaian kebutuhan dilakukan oleh 38 masinis pertama di Stasiun Arjawinangun. Masinis yang ada secara keseluruhan dimintai penilaian terhadap kebutuhan terhadap alat. Kemudian hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa *prototype* alat ini dianggap membantu dan menunjang proses langsir oleh 90% masinis pertama atau masinis langsir. *Prototype* alat bantu langsir berhasil dirancang dan dibuat. *Prototype* dapat bekerja optimal dalam jarak sensor sejauh 3 meter. Kemudian dapat terhubung optimal sejauh 65 meter secara *wireless*. Dapat berfungsi baik sesuai dengan perintah yang diberikan, yakni jarak 3-2 meter LED kuning menyala, jarak 2 - 1,45 meter LED merah menyala, dan *buzzer* berbunyi dengan pas dijarak 1,48-1,45 meter. Serta diketahui tingkat *error* dari *prototype* alat hanya sebesar 2,04%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada segenap sivitas akademika Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun yang telah mendukung dalam proses pembuatan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Hadi, A. 2017. *Kesalahan acak dan kesalahan sistematik*. Www.Infolabling.Com.
 Al Qharomi, M. 2017. *Cara Kalibrasi Sensor HC-SR04 (Sensor Ultrasonik)*. Diakses pada 12 September 2017, dari Gammafisblog.Com.
 PT Kereta Api Indonesia. 2019a. Pedoman Pelaksanaan Perintah Langsir Menggunakan Handy Talky. Nomor: PER.U/KL.104/IV/1/KA-2018.
 PT Kereta Api Indonesia. 2019b. *Peraturan Dinas 3 Mengenai Semboyan*.