

Pengembangan Alat Pengaman Pompa Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Injeksi

Amin Zuhdi Almunawar¹, Irma Yulia Basri^{2*}✉, Rifdarmon², Hasan Maksum²,
Delsina Faiza³, Thamrin³

¹Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Indonesia

²Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Indonesia

✉*Corresponding Author: irmayb@ft.unp.ac.id

ABSTRACT

In this research, a tool was developed using Arduino Uno to maintain vehicle fuel conditions. The method used in this research is Research and Development (R&D), which includes analysis, design, product creation, testing and implementation. This research uses quantitative data collected through three stages of testing. Data collection instruments come from the results of accuracy testing, linearity testing, repeatability testing, as well as feasibility assessments from experts and respondents. The object of this research is the 2015 Honda Beat. This tool produces signals in the form of an LED (Light Emitting Diode) and sound as an indicator. The green LED lights up if the fuel is > 1.5 liters, yellow for < 1.5 liters, and red for < 0.5 liters with a buzzer sound. With this tool, it is hoped that drivers can monitor fuel and prevent running out which could cause damage to the fuel pump. Data was collected in three different test stages. After data collection, the research showed an accuracy rate of 99.01%, indicating data linearity, with repeatability test results of 0.086 and consistent retest results. Product evaluation by experts reached 100% in terms of success, while by respondents it reached 97.08%. Based on these findings, it can be concluded that the fuel pump safety device has been tested well and is suitable for implementation in vehicles.

Keywords: Fuel, Fuel Pump, Arduino Uno, LED, Buzzer

ABSTRAK

Dalam penelitian ini, dikembangkan sebuah alat menggunakan Arduino Uno untuk menjaga kondisi bahan bakar kendaraan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Research and Development (R&D), yang meliputi analisis, desain, pembuatan produk, uji coba, dan implementasi. Penelitian ini menggunakan data kuantitatif yang dikumpulkan melalui tiga tahap pengujian. Instrumen pengumpulan data berasal dari hasil pengujian Akurasi, Uji Linearitas, Uji Repeatability, serta penilaian kelayakan dari ahli dan responden. Objek penelitian ini adalah Honda Beat 2015. Alat ini menghasilkan sinyal berupa LED (Light Emitting Diode) dan suara sebagai indikator. LED hijau menyala jika bahan bakar > 1.5 liter, kuning untuk < 1.5 liter, dan merah untuk < 0.5 Liter dengan bunyi buzzer. Dengan alat ini, diharapkan pengendara dapat mengawasi bahan bakar dan mencegah kehabisan yang dapat menyebabkan kerusakan pada fuel pump. Data dikumpulkan dalam tiga tahap uji yang berbeda. Setelah pengumpulan data, penelitian menunjukkan tingkat akurasi sebesar 99.01%, menunjukkan linearitas data, dengan hasil pengujian keterulangan (Repeatability) sebesar 0.086 dan hasil pengujian ulang yang konsisten. Evaluasi produk oleh pakar mencapai 100% dalam hal keberhasilan, sementara oleh responden mencapai 97.08%. Berdasarkan temuan ini, dapat disimpulkan bahwa alat pengaman pompa bahan bakar telah diuji dengan baik dan layak untuk diimplementasikan pada kendaraan.

Kata kunci: Bahan Bakar, Fuel Pump, Arduino Uno, LED, Buzzer

For all articles published in ELEKTIF, © copyright is retained by the authors.

This is an open-access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



PENDAHULUAN

Bahan bakar adalah elemen vital bagi kendaraan bermotor untuk beroperasi. Kehabisan bahan bakar dapat menyebabkan kerusakan serius pada kendaraan, terutama pada pompa bahan bakar, yang dapat menyebabkan kendaraan tidak dapat digunakan. Untuk mengurangi risiko kerusakan pada pompa bahan bakar, sebuah alat dirancang untuk menjaga agar kondisi bahan bakar dalam kendaraan tidak pernah mencapai level minimum. Sistem pembakaran modern yang menggunakan teknologi injeksi memerlukan tekanan yang konsisten dari bahan bakar, dan pompa bahan bakar berperan penting dalam menyediakan tekanan tersebut. *Human error* adalah tindakan manusia yang dapat mengakibatkan kinerja sistem menjadi kurang memuaskan [1].

Penelitian tentang pengaruh variasi tekanan *electric fuel pump* terhadap daya, torsi mesin, emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar sepeda motor injeksi [2]. Penelitian yang sama mengenai pengaruh perbedaan tekanan bahan bakar terhadap daya dan efisiensi bahan bakar pada sepeda motor *automatic 110 CC fuel injection* [3]. Penelitian mengenai analisis perbandingan tekanan tipe pompa bahan bakar injeksi dan tipe bahan bakar mekanik [4]. Melanjutkan dari hasil laporan yang judul rancang bangun alat Pendeteksi indikator bahan bakar menggunakan arduino yang berisi tentang pendeteksi kondisi pompa bahan bakar dengan 3 indikator yang bekerja berdasarkan tekanan pompa bahan bakar yang dideteksi oleh *pressure sensor* dan diolah oleh arduino. Indikator pertama yaitu LED (*Light Emitting Diode*) berwarna hijau menandakan pompa bahan bakar dalam kondisi baik. Indikator kedua LED berwarna kuning menandakan pompa bahan bakar dan saringan dalam keadaan kotor dan harus dilakukan pembersihan. Indikator ketiga yaitu LED berwarna merah menandakan pompa bahan bakar rusak sehingga harus dilakukan penggantian.

Dari uraian di atas, penulis tertarik untuk melanjutkan pengembangan alat pengaman pompa bahan bakar. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang berkonsentrasi pada deteksi kondisi pompa bahan bakar, alat ini bertujuan untuk memantau jumlah bahan bakar yang tersedia dengan membaca tegangan dari pelampung bahan bakar di dalam tangki. Menonaktifkan sementara fungsi kendaraan merupakan langkah yang diambil untuk menjaga kondisi pompa bahan bakar agar tidak mengalami kerusakan.

Keselamatan adalah keadaan terbebas dari bahaya. Istilah lain dari keselamatan adalah perlindungan produk dari bahaya yang dapat mengakibatkan kegagalan atau kerusakan yang tidak diinginkan [5]. PGM-FI (*Programmed Fuel Injection*) merupakan sistem penyediaan bahan bakar dengan teknologi kontrol elektronik yang dapat menyuplai bahan bakar dan oksigen secara optimal pada segala kondisi sesuai kebutuhan mesin. Sistem pasokan bahan bakar menggunakan teknologi kontrol elektronik yang memungkinkan kontrol optimal terhadap pasokan bahan bakar dan udara yang dibutuhkan mesin dalam segala situasi [6]. Sepeda motor tipe injeksi memerlukan tekanan bahan bakar yang tinggi berkaitan dengan kualitas bahan bakar yang keluar dari *injector*. Tekanan bahan bakar yang rendah dapat mengakibatkan campuran bahan bakar-udara yang buruk. Akibatnya bahan bakar tidak terbakar sempurna. Tekanan bahan bakar standar untuk sepeda injeksi adalah sekitar 294 kpa, dan kisaran tinggi dan rendah yang diijinkan adalah sekitar 3 hingga 4, namun jika lebih rendah dari kisaran yang diizinkan, maka perlu memeriksa kondisi pompa bahan bakar [7].

Tangki bahan bakar mempunyai alat untuk mengukur jumlah bahan bakar yang ada di dalam tangki. Alat ini terhubung langsung dengan *dashboard* sehingga pengemudi dapat melihat berapa jumlah bahan bakar yang ada di tangki setiap saat. Tangki bensin berfungsi untuk menyimpan atau menampung

bensin [8]Tangki bahan bakar selalu diletakkan di tempat yang aman [9]. Komponen yang akan menimbulkan masalah jika tangki bahan bakar kosong adalah pompa bahan bakar. Jumlah bahan bakar yang sedikit ini memungkinkan pompa bahan bakar menyedot kotoran yang menumpuk ditangki.

Bahan bakar juga bertindak sebagai pendingin untuk pompa bahan bakar. Jika pompa bahan bakar tidak terendam maka akan bekerja sangat keras dan menghasilkan panas berlebih yang dapat menyebabkan masalah pada pompa bahan bakar dan lama kelamaan merusaknya. Selain itu, penumpukan kotoran di tangki dapat dengan cepat mengotori filter bahan bakar dan menyumbat saluran bahan bakar [10]. Relay adalah perangkat yang menggunakan prinsip elektromagnetik untuk mengaktifkan sejumlah kontak atau sebuah saklar elektronik yang dapat diatur dari rangkaian elektronik lainnya, menggunakan daya listrik sebagai sumber energi [11]. Modul Arduino Uno memungkinkan untuk menggabungkannya dengan bahasa pemrograman C yang ditulis menggunakan IDE (*Integrated Development Environment*). Ardiuno Uno terdiri dari bagian *software* dan bagian *hardware* [12]. Buzzer adalah perangkat elektronik yang berperan dalam mengubah sinyal listrik menjadi suara yang bergetar [13].

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah penelitian dan pengembangan dalam dunia otomotif. Metode penelitian dan pengembangan digunakan untuk menghasilkan produk tertentu atau menguji efektivitas produk yang sudah ada [14]. Penelitian dan pengembangan bertujuan untuk menghasilkan produk baru melalui proses pengembangan. Hakikat dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan memvalidasi produk-produk kendaraan apakah layak digunakan dan dimanfaatkan sesuai dengan kebutuhan pengguna dalam dunia otomotif [15]. Model pengembangan yang akan diterapkan dalam penelitian ini adalah model 4-D. Tahap pertama, *Define*, bertujuan untuk menetapkan dan mengklarifikasi persyaratan pengembangan, termasuk penggunaan alat pengaman pompa bahan bakar. Tahap kedua, *Design*, fokus pada pembuatan atau perancangan produk. Tahap ketiga, *Development*, menitik beratkan pada pengembangan produk melalui evaluasi oleh para ahli. Tahap terakhir, *Disseminate*, berfokus pada penyebaran alat atau yang telah dibuat kepada pihak yang berkepentingan [16].

1.Tahap Pendefenisian (*Define*)

Fase ini digunakan untuk menentukan kebutuhan produksi peralatan keselamatan pompa bahan bakar dan untuk mengidentifikasi masalah yang muncul dalam proses.

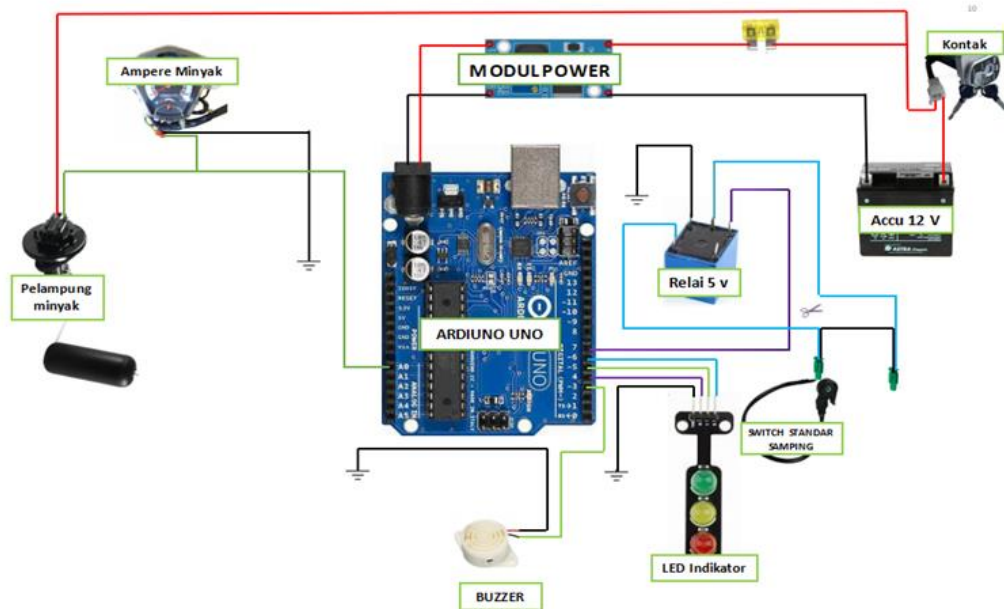
2.Tahap Perancangan (*Desain*)

Tahap desain merupakan langkah perencanaan peralatan keselamatan pompa bahan bakar, yang dikembangkan sesuai dengan masalah yang diidentifikasi pada tahap definisi.

a. Desain skematik rangkaian

Output tegangan dari pelampung pada tangki dihubungkan ke Arduino seperti terlihat pada gambar 1 pada skema rangkaian. Tegangan keluaran dari pelampung pada tangki diproses oleh Arduino Uno,

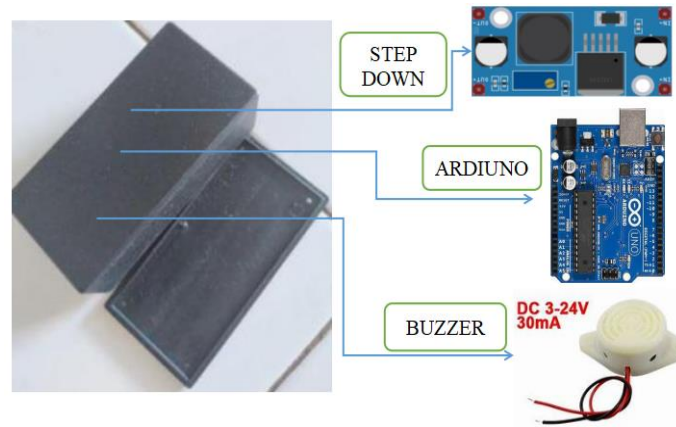
dan hasil pengolahannya ditampilkan pada monitor serial. Perubahan tegangan keluaran *float* yang dihasilkan ditampilkan pada monitor.



Gambar 1. Skema rangkaian

b. Desain *Housing*

Housing adalah tampilan kotak komponen pengaman pompa bahan bakar. Kotak hitam yang dipakai adalah dengan ukuran 120 mm x 85 mm x 50 mm, sesuai dengan rancangan yang terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Desain *housing*

c. Revisi Desain

Desain direvisi untuk cocok dengan tata letak yang sesuai dengan ukuran kotak alat yang digunakan. Beberapa nilai komponen dalam skema rangkaian juga disesuaikan agar sesuai dengan nilai yang telah ditetapkan sebelumnya. Hasil analisis akan menarik kesimpulan tentang keberhasilan produk yang telah dikembangkan.

3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Alat pengaman pompa bahan bakar mencakup pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras melibatkan pemasangan rangkaian dan pembuatan perumahan, sementara perangkat lunak melibatkan desain bahasa pemrograman agar data dari sensor pelampung dapat diproses oleh prosesor Arduino Uno. Proses pengembangan melibatkan tahap uji coba produk, revisi, dan validasi oleh para ahli.

a. Uji Coba Produk

Tahap uji produk bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas perangkat pengaman pompa bahan bakar yang telah direncanakan, serta memastikan bahwa tampilan data *input* dan *output* dari sensor potensiometrik yang terhubung dengan pelampung sesuai dengan penelitian sebelumnya. Tingkat keakuratan dari perangkat pengaman pompa bahan bakar dinilai melalui *Uji Akurasi*, *Uji Linearitas*, dan *Uji Repeatability*. Jika hasil dari ketiga uji tersebut melebihi 10%, akan dilakukan revisi pada perangkat keras dan perangkat lunak produk. Namun, jika hasilnya kurang dari 10%, revisi pada produk tidak diperlukan.

Teknik analisis data yang digunakan dibagi menjadi 2 kelompok:

1) Analisis data uji kelayakan

a) Uji *Accuracy*

Persamaan matematik yang umum digunakan untuk menghitung keakuratan adalah:

$$[x] = \left| \frac{y_n - x_n}{y_n} \right| \times 100\% \dots (1)$$

Keterangan:

Y_n = nilai yang tertera pada Serial Monitor

X_n = nilai yang terdapat pada Avo Meter

Ketepatan pada suatu pengukuran menggunakan rumus:

$$A = 1 - \frac{x_n - y_n}{y_n} \dots (2)$$

Ketepatan *relative* rata-rata dari system pengukuran menggunakan rumus:

$$\%A = \frac{x_n - y_n}{y_n} \times 100\% \dots (3)$$

b) Uji *Linearitas*

Rumus *Linearitas* yang akan dipakai adalah:

$$Y = a + b X \dots (4)$$

Keterangan:

Y = variable akibat (*output* tegangan)

X = variabel faktor penyebab (*tegangan*)

a = intersep (konstanta)

b = koefisien (respon yang ditimbulkan)

c) Uji *Repeatability*

Rumus *Repeatability* yang digunakan yaitu rumus jacob adalah:

$$R_p = \Delta x / FS \times 100\% \dots (5)$$

Keterangan:

R_p = *Repeatability*

Δx = Perubahan *output* Serial monitor di titik x

Δy = Perubahan *input* Serial monitor di titik y

b. Validasi Para Ahli

Setelah pengumpulan data melalui kuesioner untuk validasi oleh para ahli, data tersebut dianalisis menggunakan metode analisis deskriptif kualitatif. Metode ini menilai desain dan hasil produk. Pengujian produk dilakukan dengan kuesioner persepsi, yang menggunakan skala *Likert* dengan empat opsi jawaban: Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS). Data yang diperoleh awalnya berupa data kuantitatif dari skala *Likert* yang akan diubah menjadi data kualitatif dengan menggunakan penilaian dalam empat gradasi (4, 3, 2, 1). Setelah itu, bobot pada masing-masing poin tanggapan diperhatikan, dan skor rerata dihitung dengan rumus berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \dots (6)$$

Keterangan:

$\bar{x}$ = Skor/nilai rata-rata

n = Jumlah skor

$\sum x$ = skor/nilai total masing-masing

Setelah mendapatkan nilai presentasi rata-rata, langkah selanjutnya adalah menetapkan predikat kualitas produk berdasarkan skala pengukuran *rating scale*. *Rating scale* adalah alat untuk mengubah data kualitatif menjadi kuantitatif. Dengan menggunakan *rating scale*, data mentah dalam bentuk angka dapat diinterpretasikan secara kualitatif. Berikut adalah tabel *rating scale* yang digunakan untuk menafsirkan kelayakan produk:

Tabel 1. Kategori kelayakan

Item uji	Persentase Pratikalitas
86% - 100%	Sangat Praktis
76% - 85%	Praktis
60% - 75%	Cukup Praktis
$\leq 54\%$	Sangat Tidak Praktis

Pengaman pompa bahan bakar dianggap layak jika hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata uji kelayakan memenuhi kriteria minimal "Layak". Jika nilai tersebut lebih rendah dari kriteria "Layak",

atau tergolong dalam kriteria "Tidak Layak", maka alat pengaman pompa bahan bakar dianggap tidak layak digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari perancangan alat pengaman pompa baha bakar bisa dilihat dari gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Hasil perancangan produk

Hasil analisa data dari alat pengaman pompa bahan bakar yang dirancang adalah sebagai berikut:

a) Uji *Accurasy*

Uji *Accurasy* yang dilaksanakan yaitu dengan cara membandingkan hasil pengukuran tegangan pelampung bahan bakar. Untuk hasil pengujian data *accuracy* dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2. Hasil data pengujian *accuracy*

No	Jumlah Bahan Bakar	Menggunakan Avo Meter Digital				Menggunakan Ardiuno (Tampilan Serial Monitor)				<i>Accurasy</i>	
		Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Rata-Rata	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Rata-Rata	Kesalahan Pengukuran (%)	Ketepatan Pengukuran (%)
1	3.7 Liter (Full)	1.14 V	1.16 V	1.15 V	1.15 V	1.10 V	1.18 V	1.11 V	1.13 V	1.76%	98.23%
2	1.5 Liter	2.98 V	2.97 V	2.98 V	2.98 V	3.04 V	3.00 V	3.05 V	3.03 V	1.65%	98.34%
3	1 Liter	3.59 V	3.62 V	3.60 V	3.60 V	3.57 V	3.62 V	3.58 V	3.59 V	0.27%	99.72%
4	0.5 Liter	4.09 V	4.08 V	4.06 V	4.06 V	4.07 V	4.07 V	4.00 V	4.05 V	0.24%	99.75%
Rata-Rata Ketepatan (%)											99.01%

Berdasarkan data yang terdapat dalam tabel di atas, nilai persentase rata-rata ketepatan mencapai 99.01%. Dengan demikian, dapat disimpulkan tingkat *accuracy* alat pengaman pompa bahan bakar yakni sebesar 99.01%.

b) Uji *Linearitas*

Uji *Linearitas* dilakukan untuk mengetahui apakah dua variabel memiliki hubungan linear secara signifikan atau tidak. Untuk hasil pengujian data *Linearitas* dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini:

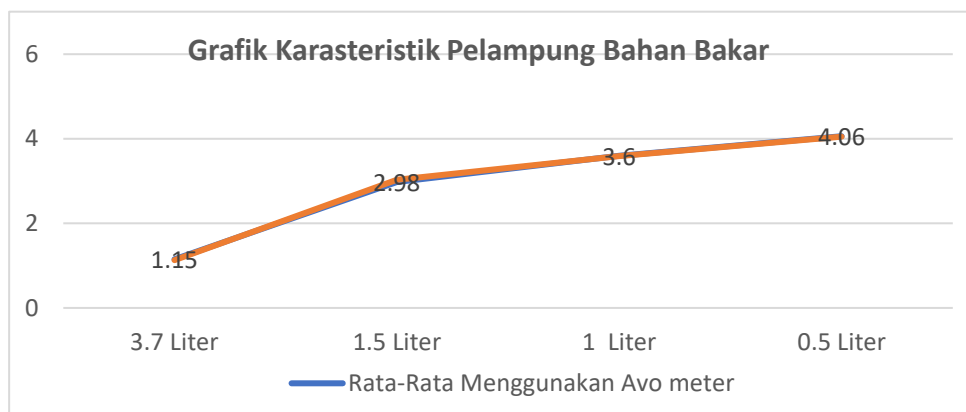
Tabel 3. Hasil data pengujian *linearitas*

No	Jumlah Bahan Bakar	Menggunakan Avo Meter Digital				Menggunakan Ardiuno (Tampilan Serial Monitor)				<i>Linearitas (b)</i>	
		Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Rata-Rata	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Rata-Rata	Avo Meter Digital	Ardiuno (Serial Monitor)
1	3.7 Liter (Full)	1.14 V	1.16 V	1.15 V	1.15 V	1.10 V	1.18 V	1.11 V	1.13 V	0.31	0.30
2	1.5 Liter	2.98 V	2.97 V	2.98 V	2.98 V	3.04 V	3.00 V	3.05 V	3.03 V	1.98	2.02
3	1 Liter	3.59 V	3.62 V	3.60 V	3.60 V	3.57 V	3.62 V	3.58 V	3.59 V	3.6	3.69
4	0.5 Liter	4.09 V	4.08 V	4.06 V	4.06 V	4.07 V	4.07 V	4.00 V	4.05 V	8.12	8.1

Dari data tabel 3 diatas, linearitas tidak bisa ditentukan persamaannya dengan menggunakan rumus $Y = a + bx$ dikarenakan nilai b secara teoritis tidak dapat ditentukan dikarenakan sudut pergeseran dari sensor pelampung tidak diketahui data seet nya, dan dari hasil pengukuran darin 0.5 Liter sampai 3.7 liter, nilai b berdasarkan persamaan $b = a + bx$ itu berubah-ubah, diakrenakan data tidak linear, dan data seet juga tidak ditemukan.

Berbeda dengan penelitian oleh Irma [16] dan penelitian oleh Ronald [17] data *seed* dari sensor yang digunakan itu diketahui, sehingga dari hasil penelitian terkait dengan *pressure* sensor yang dilakukan oleh Ronald [17]. data teoritis yang didapatkan bahwa $y = b(0.041)X$. Serta untuk persamaan dari persamaan yang dilakukan oleh Irma [16] didapatkan bahwa nilai teoritis $y = b(0.0013)X$.

Perbandingan grafik karakteristik pelampung bahan bakar dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini:

Gambar 4. Grafik perbandingan *voltage* pelampung

c) Uji *Repeatability*

Uji *Repeatability* dilakukan untuk mengetahui variasi atau selisih antara dua *output* dalam satu pengukuran yang dilakukan berulang-ulang. Untuk hasil pengujian data *Repeatability* dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini:

Tabel 4. Hasil data pengujian *repeatability*

No	Jumlah Bahan Bakar	Menggunakan Avo Meter Digital					Menggunakan Ardiuno (Tampilan Serial Monitor)					Repeatability (Rp)	
		Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Rata-Rata	Rata-rata Selisih Pengujian	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Rata-Rata	Rata-rata Selisih Pengujian	Avo Meter Digital	Ardiuno (Serial Monitor)
1	3.7 Liter (Full)	1.14 V	1.16 V	1.15 V	1.15 V	0.013	1.10 V	1.18 V	1.11 V	1.13 V	0.053	0.013%	0.053%
2	1.5 Liter	2.98 V	2.97 V	2.98 V	2.98 V	0.013	3.04 V	3.00 V	3.05 V	3.03 V	0.023	0.013%	0.023%
3	1 Liter	3.59 V	3.62 V	3.60 V	3.60 V	0.02	3.57 V	3.62 V	3.58 V	3.59 V	0.03	0.02%	0.03%
4	0.5 Liter	4.09 V	4.08 V	4.06 V	4.06 V	0.04	4.07 V	4.07 V	4.00 V	4.05 V	0.046	0.04%	0.046%

Dilihat dari data diatas tidak ada perbedaan yang signifikan dalam hasil tegangan yang diukur antara tiga percobaan berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa respon tegangan pelampung terhadap perubahan jumlah bahan bakar dalam tangki relatif stabil dan konsisten dari satu percobaan ke percobaan berikutnya.

d) Uji Tingkat Kelayakan Alat

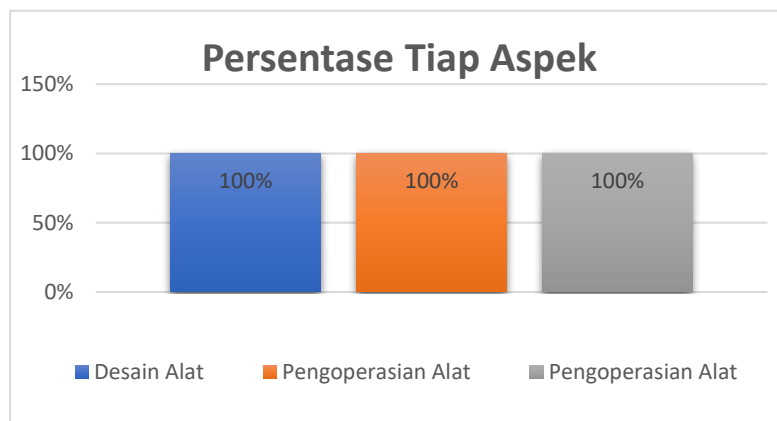
1. Tingkat Kelayakan Alat Oleh Ahli

Uji kelayakan dari ahli dilakukan dalam bentuk penilaian terhadap kelayakan alat yang dilihat dari beberapa aspek, yaitu Desain Alat, Pengoperasian Alat, dan Kemanfaatan Alat. Untuk hasil pengujian Tingkat Kelayakan Alat dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini:

Tabel 5. Hasil tingkat kelayakan dari para ahli

Aspek	Persentase Aspek
Desain Alat	100 %
Pengoperasian Alat	100 %
Kemamfaatan Alat	100 %

Persentase tiap aspek dari uji kelayakan para ahli dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini:



Gambar 5. Tingkat kelayakan ahli

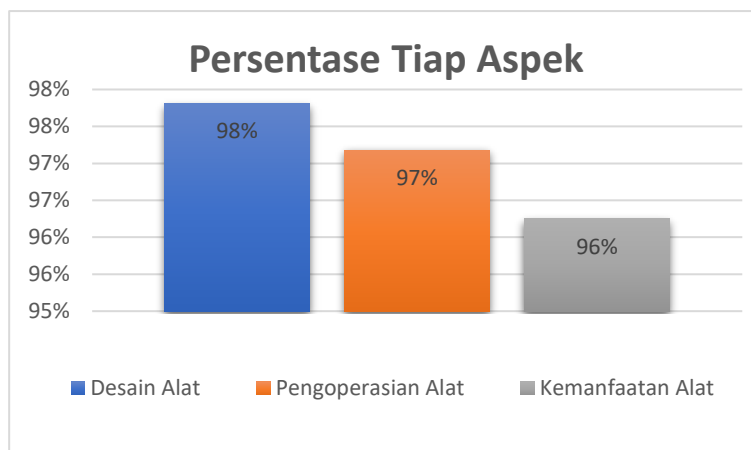
2. Tingkat Kelayakan pengguna

Uji Kelayakan menurut responden untuk alat yang dirancang terdapat pada tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Hasil Tingkat Kelayakan Dari Para Ahli

Aspek	Persentase Tiap Aspek
Kelengkapan Alat	97.81 %
Pengoprasian Alat	97.18 %
Kemamfaatan Alat	96.25 %

Persentase tiap aspek uji kelayakan dari pengguna dapat dilihat pada gambar 6 dibawah ini:



Gambar 6. Tingkat kelayakan bagi pengguna

KESIMPULAN

Prosedur rancang bangun alat pengaman pompa bahan bakar melibatkan tiga tahap pengujian. Pertama, Uji *Accuracy* digunakan untuk membandingkan hasil avo meter dengan tampilan monitor guna memverifikasi keakuratan alat. Kemudian, Uji *Linearitas* dilakukan untuk menentukan hubungan linear antara variabel yang diukur. Terakhir, Uji *Repeatability* digunakan untuk mengevaluasi

konsistensi pengukuran alat secara berulang-ulang. Dengan melalui ketiga tahap ini, diharapkan alat dapat memberikan tingkat *akurasi*, *linearitas*, dan *repeatability* yang memadai sesuai standar yang diinginkan untuk meningkatkan keandalan dan efektivitas penggunaan alat dalam menjaga keamanan pompa bahan bakar.

Hasil penelitian yang sudah dilakukan diperoleh rata-rata ketepatan 99.01%, *Uji Linearitas*, data sudah *Linearitas*, *Uji Repeatability* diperoleh 0.021. Dilihat dari uji tingkat kelayakan dari para ahli yaitu 100% dan Responden 97.08%. Jadi dapat disimpulkan setelah melakukan beberapa pengujian bahwasanya alat pengaman pompa bahan bakar dikatakan “sangat layak” diaplikasikan pada kendaraan.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, meskipun telah ditemukan beberapa keberhasilan, namun masih terdapat kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu, peneliti memberikan beberapa saran perbaikan, yaitu: Pertama, alat sebaiknya ditempatkan di lokasi yang tidak mengganggu ruang bagasi kendaraan, misalnya dengan menempatkannya di dalam bodi kendaraan. Kedua, pemasangan alat pengaman harus dilakukan sesuai dengan petunjuk, dengan memastikan bahwa pin-pin yang dipasang tidak mengalami kesalahan saat pemasangan. Ketiga, perlu menjaga keamanan alat terhadap resiko terkena air yang dapat menyebabkan korsleting pada komponen. Keempat, sebaiknya ukuran *box* alat diperkecil seoptimal mungkin untuk memberikan lebih banyak ruang dalam bagasi kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Riselvia Nurhayati, Isa Ma'rufi, and Ragil Ismi Hartanti, “Penilaian Human Error Probability dengan Metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART),” *e-Jurnal Pustaka Kesehatan*, vol. 5, pp. 565–571, Sep. 2017. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/IPK/article/view/6171>
- [2] Ari Aryadi, “Kajian Eksperimental Pengaruh Variasi Tekanan *Electric Fuel Pump* Terhadap Daya, Torsi Mesin, Emisi Gas Buang Dan Konsumsi Bahan Bakar Sepeda Motor Injeksi,” *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, vol. 10, Nov. 2020. <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v10i3.1764>
- [3] Denny Afrikhudin, Sumarli Sumarli, and Erwin Komara Mindarta, “Pengaruh perbedaan tekanan bahan bakar terhadap daya dan efisiensi bahan bakar pada sepeda motor automatic 110 CC fuel injection,” *Jurnal Teknik Otomotif Kajian Keilmuan dan Pengajaran*, vol. 5, Oct. 2021. <http://repository.um.ac.id/id/eprint/260232>
- [4] Irpan Setiawan and Wilerso, “Analisis Perbandingan Tekanan Tipe Pompa Bahan Bakar Injeksi Dan Tipe Bahan Bakar Mekanik,” *TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika*, vol. 8, pp. 32–38, Jan. 2021. <https://doi.org/10.37373/tekno.v8i1.73>
- [5] Mansur, Alam, and Nasir Fikri, “Rancang Bangun Sistem Keamanan Motor,” *JURNAL SINTAKS LOGIKA*, vol. 1, 2021. <https://doi.org/10.31850/jsilog.v1i1.671>
- [6] Adnan Wahyu Sefatul, “Pemeriksaan Dan Perawatan Sistem Bahan Bakar Pada Motor Injeksi Berbahan Bakar Bensin Dan Gas,” 2020. <https://core.ac.uk/download/pdf/335075326.pdf>
- [7] Nasrullah Hamid and Saputra Ragil, “Rancang Bangun fuel pump pressure Tester Pada Motor injeksi,” *Jurnal E-KOMTEK (Elektro-Komputer-Teknik)*, vol. 3, pp. 13–21, 2019. <https://doi.org/10.37339/e-komtek.v3i1.127>
- [8] Monasari Ratna, Firdaus Ahmad Hanif, and Qosim Nanang, “Pengaruh Penambahan Zat Aditif Pada Campuran Bahan Bakar Bensin,” *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, vol. 9, Mar. 2021. <https://doi.org/10.23887/jptm.v9i1.31797>
- [9] Elsy Ayu Faradila, “Analisis Kurang Optimalnya Pengabutan Injektor Pada Mesin Induk Di Mv. Illannur,” Thesis (Diploma), Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar., Makassar, 2023. <http://eprints.pipmakassar.ac.id/id/eprint/136>

-
- [10] Himari Andri Ramadhan, "Tinjauan Kinerja Pompa Air Tanpa Motor (Patm) Desa Alale Kabupaten Bone Bolango," *RADIAL: Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi*, vol. 7, Aug. 2020. <https://doi.org/10.37971/radial.v7i2.189>
- [11] Basri Irma Yulia and Dedy, *Komponen Elektronika*. Padang: Sukabina Press, 2018. <http://repository.unp.ac.id/id/eprint/19179>
- [12] Iwan Fitrianto Rahmad and Vidi Agung Fragastia, "Perancangan Navigasi Robot Berbasis Suara Menggunakan Android," *PROSIDING Seminar Nasional Informatika*, vol. 1, Jul. 2014. <http://ejournal.potensi-utama.ac.id/ojs/index.php/SNI/article/view/193>
- [13] Handoko Prio, "Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik Berbasis Ardiuno Uno R3," *jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek*, 2017. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/2065>
- [14] Fani Al Hendri, Sumarno, Jalaluddin, Hartama Hendri, and Gunawan Indra, "Perancangan Alat Monitoring Pendeteksi Suara di Ruangan Bayi RS Vita Insani Berbasis Arduino Menggunakan Buzzer," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 4, pp. 144–145, 2020. <https://www.stmik-budidarma.ac.id/ejurnal/index.php/mib/article/view/1750>
- [15] Istiqlal Muhammad, "Pengembangan Multimedia Interaktif Dalam Pembelajaran Matematika," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, vol. 2, pp. 43–54, 2017. <https://doi.org/10.26877/jipmat.v2i1.1480>
- [16] Irma Yulia Basri, Agus Nasrianto, and Andrizal, "Perancangan Mini Trainer Potensiometrik Sensor Sebagai Media Pembelajaran," *Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional*, vol. 8, pp. 85–87, 2022. <https://ejournal.unp.ac.id/index.php/jtev/article/view/114269>
- [17] Ronald Lorenzo, Irma Yulia Basri, Dony Novaliandry, and Deddy Irvan, "Rancang Bangun Mini Trainer Pressure Sensor Sebagai Media Pembelajaran," *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, vol. 13, pp. 21–27, Mar. 2020. <http://repository.unp.ac.id/id/eprint/29729>