

Efektivitas Arduino Sebagai Penerima Data Melalui Level Shifter Digital Caliper Guna Rancang Bangun Alat Ukur Ketebalan Ban

Yoshio Sudewa¹, Andi Widiyanto^{2*}, Setiya Nugroho³

^{1,2,3}Fakultas Teknik, Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Magelang,
Indonesia

E-mail: ¹yoshiosudewa28@gmail.com, ²andi.widiyanto@ummgl.ac.id,
³setiya@ummgl.ac.id.

E-mail Penulis Korespondensi: ^{2*}andi.widiyanto@ummgl.ac.id

Abstract

This research was carried out by modifying a tool for measuring thickness so that the data received can be displayed on a serial monitor. In this case, the researcher modified the digital caliper or existing tool to integrate with the Arduino by means of a level shifter to increase the voltage current of the digital caliper so that the Arduino could read the data received according to its compatibility. The value obtained with the Arduino utilizes the data pin and clock pin on the digital caliper which have been connected to the pins available in the level shifter. After the data is processed by the Arduino, the data will then be sent to the microcontroller, then the value will be displayed in the serial monitor. The experimental method used is to send data to the Arduino according to the values in the LCD display available in the measuring instrument or tire depth. The treatment consists of providing tire depth variation values on a millimeter scale from 00.00 millimeters to 18.00 millimeters. Experimental results on measurements show that the values obtained by Arduino and measuring instruments are not much different.

Keywords: Measuring tools digital caliper; Arduino; level shifter; microcontroller

Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan dengan memodifikasi sebuah alat untuk mengukur ketebalan, dengan tujuan agar data yang diterima dapat ditampilkan dalam serial monitor. Dalam hal ini peneliti melakukan memodifikasi digital caliper atau alat yang sudah ada untuk di integrasikan dengan arduino dengan perantara level shifter sebagai peningkatan arus tegangan yang dimiliki digital caliper sehingga arduino dapat membaca data yang diterima sesuai dengan kompatibilitasnya. Nilai yang didapat dengan arduino memanfaatkan pin data dan pin clock pada digital caliper yang telah disambungkan kepada pin yang tersedia dalam level shifter, setelah data diolah oleh arduino selanjutnya data akan dikirimkan ke mikrokontroler, lalu untuk nilainya ditampilkan dalam serial monitor. Metode percobaan yang digunakan adalah mengirimkan data kepada arduino sesuai dengan nilai yang berada dalam display lcd yang tersedia dalam alat ukur atau tyre depth, perlakuan berupa memberikan nilai variasi kedalaman ban dalam skala milimeter dari 00.00 milimeter hingga 18.00 milimeter. Hasil- hasil percobaan pada pengukuran menunjukkan nilai yang didapat arduino dengan alat ukur tidak jauh berbeda.

Kata Kunci: Alat ukur; digital caliper; arduino; level shifter; mikrokontroler

1. Pendahuluan

Dalam perkembangan teknologi yang semakin maju, alat berbasis digital sudah sangat menjamur, termasuk alat ukur ketebalan ban, baik motor, mobil hingga truk yang saat ini dapat dijumpai dimana-mana, bentuk hingga spesifikasinya pun beragam sesuai harga. Alat ini sangat penting perannya sebagai corong utama sebuah perusahaan transportasi untuk mengelola kendaraannya dalam penanganan inspeksi, karena ban merupakan pondasi utama dalam sebuah kendaraan agar dapat berjalan dengan baik. Faktor utama ban harus dilakukan pergantian yaitu dari ketebalan yang sudah mencapai batas maksimal, yang apabila tidak dilakukan pergantian maka itu menjadi salah satu penyebab utama kecelakaan di jalan raya, dengan jarak tempuh yang bermacam-macam kadang suatu kendaraan harus dilihat situasi bannya setelah beberapa kilometer berjalan agar menjaga stamina dan kualitas kendaraan itu sendiri apalagi ketika setelah melewati jalanan yang memiliki tekstur aspal yang tidak rata itu membuat kondisi ban akan cepat haus dan menipis, disitulah pentingnya inspeksi ban, namun alat ukur kedalaman ban di dalam beberapa pabrik atau penyedia layanan transportasi masih menggunakan media layanan pihak ketiga biasanya dari luar negeri sehingga mengelola datanya tidak sepenuhnya dapat di kontrol, dan sulit untuk dimodifikasi kerangkanya ketika ada sesuatu yang harus di tambah untuk kebutuhan inspeksi ban kendaraan. Dalam mengatasi tantangan ini, para pengembang dan insinyur di industri transportasi telah bekerja keras untuk mengembangkan solusi yang lebih efisien dan efektif dalam mengukur ketebalan ban. Salah satu solusi yang telah muncul adalah pengembangan alat ukur ketebalan ban berbasis teknologi digital. Alat ukur ketebalan ban digital adalah inovasi terbaru dalam industri ini. Alat ini dirancang untuk memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan dalam mengukur ketebalan ban kendaraan. Dengan teknologi sensor canggih, alat ini mampu mengukur ketebalan ban dengan presisi tinggi dalam hitungan detik. Selain itu, alat ini juga dilengkapi dengan kemampuan untuk menyimpan data pengukuran secara otomatis. Keuntungan utama dari penggunaan alat ukur ketebalan ban digital adalah meningkatnya efisiensi dalam pengelolaan inspeksi ban. Dengan alat ini, perusahaan transportasi dapat dengan mudah mengukur ketebalan ban seluruh armada mereka secara berkala tanpa harus mengandalkan layanan pihak ketiga. Hal ini memungkinkan mereka untuk memiliki kendali penuh atas data inspeksi ban mereka dan dapat dengan cepat mengambil tindakan yang diperlukan jika ditemukan ban yang perlu diganti.

Selain itu, alat ukur ketebalan ban digital juga dapat membantu mengurangi risiko kecelakaan di jalan raya. Dengan pemantauan yang lebih teratur terhadap ketebalan ban, perusahaan transportasi dapat lebih mudah mengidentifikasi kendaraan yang berpotensi berisiko tinggi akibat ban aus. Hal ini akan membantu meningkatkan keselamatan di jalan raya dan mengurangi kemungkinan kecelakaan yang disebabkan oleh ban yang aus. Tidak hanya itu, alat ukur ketebalan ban digital juga dapat memberikan data historis yang berharga tentang kinerja ban selama waktu tertentu. Ini dapat membantu perusahaan transportasi dalam perencanaan perawatan yang lebih baik untuk armada mereka. Mereka dapat mengidentifikasi pola ketebalan ban dan mengambil tindakan preventif untuk menghindari potensi masalah di masa depan. Dalam era digital ini, konektivitas juga menjadi faktor penting dalam pengelolaan inspeksi ban. Alat ukur ketebalan ban digital dapat terhubung ke sistem manajemen armada secara online, memungkinkan pemantauan real-time dan pembaruan data secara langsung. Ini membuat proses pengelolaan inspeksi ban menjadi lebih efisien dan terpadu. Selain itu, penggunaan alat ukur ketebalan ban digital juga dapat membantu mengurangi biaya operasional. Dengan pengukuran yang lebih akurat dan pemantauan yang lebih teratur, perusahaan transportasi dapat menghindari penggantian ban yang tidak perlu, menghemat biaya perawatan dan penggantian. Hal ini akan memiliki dampak positif pada efisiensi operasional dan profitabilitas perusahaan. Dalam kesimpulan, perkembangan alat ukur ketebalan ban berbasis teknologi digital adalah langkah penting dalam meningkatkan efisiensi,

keselamatan, dan penghematan biaya dalam industri transportasi. Alat ini memberikan solusi yang lebih baik dalam mengelola inspeksi ban kendaraan dan memberikan data yang berharga untuk perencanaan perawatan. Dengan adopsi teknologi ini, perusahaan transportasi dapat meraih manfaat besar dalam pengoperasian armada mereka.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan dengan merancang sebuah alat ukur yang sudah terhubung dengan arduino, lalu melakukan uji ukur dari beberapa ketebalan ban yang bervariasi. Penelitian ini bukanlah suatu penemuan baru, melainkan sebuah metode pembacaan data dengan *level shifter* yang mana melakukan kenaikan level tegangan agar dapat di terima oleh arduino.

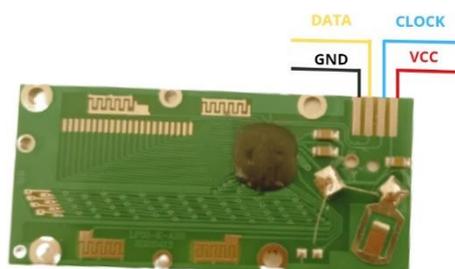
Tahapan penelitian melihat jurnal/ riset terkait alat dan cara menyelesaikan suatu permasalahan dalam penelitian ini dan juga meriview alat-alat kur standar yang biasa digunakan, kemudian berlanjut dengan membeli alat yang diperlukan dalam penelitian ini seperti *tyre depth*, *level shifter* 8-bit, kabel jumper, arduino uno dan breadboard. Alat yang dicari tergolong cukup mudah didapat dan harganya tidak terlalu mahal. Setelah alat yang diperlukan tersedia maka dimulailah tahapan penelitian dengan menyusun diagram blok lalu perakitan kemudian dilakukan proses pemrograman dengan arduino IDE dan dilakukan testing terhadap alat yang sudah di modifikasi.

Tyre Depth Gauge atau alat ukur ketebalan ban dalam hal ini alat yang digunakan peneliti untuk dilakukan percobaan membaca data dengan perantara arduino ini memiliki bentuk yang kecil dan ringan. Alat ukur ini memiliki pengukuran 00.00 mm hingga 28.33 mm, dalam kasusnya alat ini cukup untuk mengukur ketebalan ban truk yang biasanya memiliki kedalaman sekitar 15.00 hingga 18.00 mm di berbagai merk ban. Alat ini mudah digunakan karna hasil pengukurannya langsung dapat ditampilkan dalam display lcd dan hasilnya pun akurat.



Gambar 1. Tyre Depth Gauge

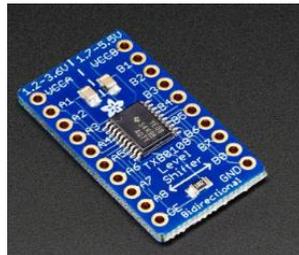
Di dalam alat ini terdapat papan sirkuit atau biasa disebut dengan *digital caliper*,



Gambar 2. Digital caliper

Digital caliper dapat melakukan pengukuran melalui berbagai kemampuan yang mencakup skala statis. Di dalam tangga statis terdapat sejumlah panel persegi panjang yang dipotong menjadi garis yang terbuat dari kaca atau tembaga. Sedangkan di dalam

timbangan portabel terdapat sirkuit tercetak yang membentuk bank kapasitor [1]. Terdapat protokol komunikasi yang ada dalam *digital caliper* yaitu terdapat empat buah pin -Ve (ground), Data, Clock, dan +Ve (positif), pin data dan clock inilah yang akan terhubung kedalam pin digital pada Arduino. Namun output pin dari *digital caliper* tidak memiliki soket untuk meletakkan kabel sehingga butuh sedikit solderan untuk menempelkan kabel pada dinding pin, dan juga +Ve (positif) atau sering dikenal dengan vcc dalam *digital caliper* ini hanya memiliki tegangan sebesar 1.5 volt karna secara default alat ini hanya dapat digunakan dengan baterai, sedangkan arduino dapat menerima sinyal minimal dengan tegangan sebesar 3.3 volt hingga 5 volt.

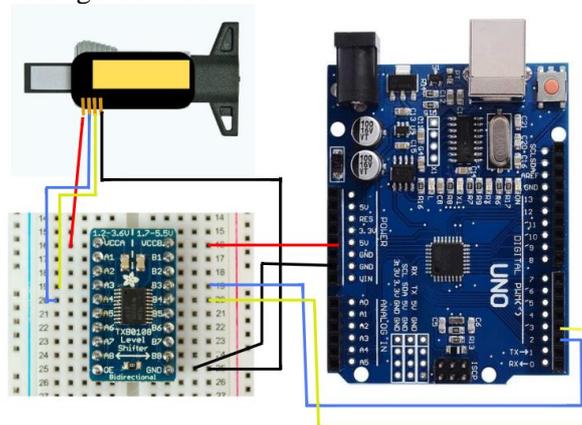


Gambar 3. Level shifter

Sebuah *level shifter* 8-bit adalah perangkat yang digunakan untuk mengubah (menaikkan atau menurunkan) level tegangan sinyal digital antara dua perangkat atau sistem yang beroperasi pada tegangan yang berbeda. Dalam konteks ini, *level shifter* 8-bit digunakan untuk menaikkan level tegangan dari 1.5 volt menjadi 5 volt, sehingga sinyal dari depth gauge yang beroperasi pada 1.5 volt dapat dibaca oleh arduino yang beroperasi pada 5 volt[2].

2.2. Perancangan Alat

Berikut merupakan design dari perancangan alat antara arduino dan tyre depth dapat dilihat dalam gambar sebagai berikut.



Gambar 4. Perakitan Alat

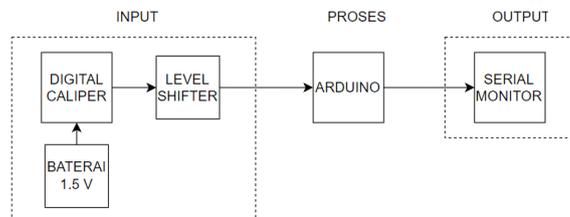
Perakitan alat yang terdapat dalam gambar 4 diatas melibatkan antara lain: arduino uno, breadboard, *level shifter* dan tyre depth serta kabel jumper sebagai penghubung. Mikrokontroler Arduino adalah platform komputasi fisik sumber terbuka berdasarkan sirkuit input/output (I/O) sederhana dan lingkungan pengembangan yang mengimplementasikan bahasa pemrosesan. peneliti menggunakan arduino untuk alat penerima data agar dapat dibaca dalam komputer dengan kode dan rangkaian yang sudah dibuat[3]. Pin VCC dari tyre depth dihubungkan ke VCCA dalam *level shifter* sedangkan

pin 5v dari Arduino dihubungkan ke VCCB, lalu pin GND dari tyre depth dihubungkan dengan GND *level shifter* dan juga dihubungkan dengan pin GND Arduino, pin data dan clock dihubungkan di *level shifter* A3 dan A4, kemudian di hubungkan ke pin digital Arduino pada pin 2 dan 3 melalui *level shifter* B3 dan B4, dengan begitu maka sinyal yang didapat sudah setara dengan minimal tegangan yang dimiliki arduino yaitu 5v.

Kemudian untuk mengetahui data yang dikirimkan oleh *digital caliper* sebetulnya yang umum digunakan adalah oscilloscope, namun disini peneliti tidak menggunakan alat oscilloscope melainkan langsung dengan menggunakan kode arduino untuk menerima data yang kemudian ditampilkan dalam serial monitor, dalam dokumentasi dari jurnal referensi yang menggunakan alat oscilloscope sebagai penerima data dalam bentuk apa yang dikirim sebuah *digital caliper*, bahwa *digital caliper* mengirim data berupa bilangan biner oleh sebab itu peneliti membuat kode program yang dirancang agar dapat menerima data yang diterima berupa bilangan biner yang dapat di lihat dalam serial monitor[4].

2.3. Diagram Blok Alur Data

Seperti yang sudah diketahui, *tyre depth* ini hanya memiliki catu daya atau tegangan 1.5v yang bersumber dari baterai bawaan, dan arduino itu sendiri minimalnya memiliki inputan yang kompatibilitasnya sebesar 3.3v-5v.



Gambar 5. Diagram Blok Alur Data

Alur dari *Level shifter* 8 bit mampu mengubah 8 bit data sekaligus, memungkinkan transfer data paralel antara dua domain tegangan yang berbeda. Ini digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik seperti mikrokontroler, sensor, dan perangkat lainnya untuk memastikan kompatibilitas sinyal antara berbagai komponen elektronik. Dari penelitian ini fungsi *level shifter* sangat fatal, karna mempengaruhi data yang dikirim kepada arduino. Sebenarnya banyak cara yang dapat dilakukan agar tegangan yang dikeluarkan oleh *digital caliper* dapat sesuai dengan kompatibilitas arduino, seperti menggunakan resistor maupun kapasitor dengan berbagai skema yang dapat dijalankan. Dalam gambar 5 diatas juga untuk output dari data yang diterima arduino bisa dilihat didalam serial monitor arduino IDE.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Bahasa C

Dalam penulisan kode dalam kasus ini menggunakan bahasa default dari arduino IDE yaitu bahasa C yang telah disederhanakan dan sangat mudah dipahami, pemrograman C dibuat pertamakali oleh Dennis M. Ritchie pada tahun 1972. Ritchie membuat bahasa C untuk mengembangkan sistem operasi UNIX. Sebelumnya sistem operasi UNIX dibuat menggunakan bahasa *Assembly (Assembly Language)*. Akan tetapi bahasa assembly sendiri sangat rumit dan susah digunakan[5]. tersebut memiliki struktur (void setup dan void loop), variable, syntax, operator matematika, operator pembandingan, dan struktur operator[6]. Variabel, variable yang biasa terdapat dalam arduino IDE dapat dideklarasikan dengan tipe data seperti int, float, char, dan lain-lain. Selain itu, pada Arduino IDE juga terdapat tipe data byte yang digunakan untuk menyimpan data dalam bentuk byte, kemudian *Input/Output* arduino IDE memiliki fungsi-fungsi untuk mengatur

pin input/output. Fungsi `pinMode()` digunakan untuk mengatur pin sebagai input atau output, sedangkan fungsi `digitalRead()` dan `digitalWrite()` digunakan untuk membaca dan menulis nilai pada pin digital. Untuk pin analog, terdapat fungsi `analogRead()` dan `analogWrite()` [7]. Kemudian dalam hal *L\library* arduino IDE memiliki banyak library yang dapat digunakan untuk mempermudah pengembangan program, library tersebut dapat diunduh dan diinstal melalui *menu Sketch -> Include Library -> Manage Libraries*. Beberapa library yang populer di antaranya adalah Servo, LiquidCrystal, dan Wire. Kemudian ada serial *Communication*. Arduino IDE memiliki fungsi Serial yang digunakan untuk melakukan komunikasi serial antara board Arduino dan perangkat lain seperti komputer atau modul Bluetooth. Fungsi-fungsi yang tersedia antara lain `Serial.begin()`, `Serial.print()`, dan `Serial.read()`

Dalam penggunaan bahasa C pada Arduino IDE, aturan penulisan dan penggunaan dari bahasa Arduino akan sama dengan bahasa C. Oleh karena itu, pemrogram yang sudah terbiasa dengan bahasa C akan lebih mudah untuk mempelajari bahasa pemrograman Arduino.

3.2. Kode Program

Berikut adalah kode program untuk membaca data agar dapat memastikan apakah benar data yang dikirim dari *digital caliper* berbentuk bilangan biner.

```

c08024.ino
1 #include <arduino.h>
2
3 const int clockPin = 2; // Hubungkan dengan pin "Clock" indikator kaliper
4 const int dataPin = 3; // Hubungkan dengan pin "Data" indikator kaliper
5
6 void setup() {
7   Serial.begin(9600);
8   pinMode(clockPin, INPUT);
9   pinMode(dataPin, INPUT);
10 }
11
12 void loop() {
13   unsigned long receivedData = 0; // Menggunakan tipe data unsigned long untuk menyimpan 24 bit data
14
15   // Baca 24 bit data dari kaliper
16   for (int i = 0; i < 24; i++) {
17     receivedData <<= 1;
18     receivedData |= digitalRead(dataPin);
19
20     // Tunggu perubahan di pin clock
21     while (digitalRead(clockPin) == LOW) {}
22     while (digitalRead(clockPin) == HIGH) {}
23
24   }
25
26   // Tampilkan data yang diterima di Serial Monitor
27   Serial.print("received Data: ");
28   Serial.println(receivedData, BIN); // Tampilkan dalam format biner
29   delay(5000); // Beri jeda antara pengukuran
30 }
31
  
```

Gambar 6. Kode Membaca Bilangan Biner

Kode yang menjelaskan bagaimana bisa menerima bilangan biner dari *digital caliper* yaitu terdapat dalam bagian `void loop ()`, berikut penjelasannya.

`unsigned long receivedData = 0;` Mendeklarasikan variabel `receivedData` sebagai `unsigned long` yang akan digunakan untuk menyimpan data yang diterima dari kaliper. Karena kaliper mengirimkan 24 bit data, maka variabel ini digunakan untuk mengumpulkan 24 bit tersebut.

`for (int i = 0; i < 24; i++) {}`: Memulai loop untuk membaca 24 bit data dari kaliper.

`receivedData <<= 1;` Menggeser bit ke kiri pada `receivedData` untuk menyiapkan ruang untuk bit berikutnya.

`receivedData |= digitalRead(dataPin);` Membaca bit saat ini dari kaliper melalui pin `dataPin` dan menggabungkannya dengan `receivedData` menggunakan operasi bitwise OR.

`while (digitalRead(clockPin) == LOW) {}` dan `while (digitalRead(clockPin) == HIGH) {}`: Melakukan pengecekan untuk menunggu perubahan pada pin `clockPin`. Ini digunakan untuk memastikan bahwa data hanya dibaca saat ada perubahan di pin `clockPin`.

Setelah loop selesai, data yang diterima dari kaliper disimpan dalam variabel `receivedData`.

Kemudian fungsi dari `Serial.print("ReceivedData:");` dan `Serial.println(receivedData, BIN);`; Menampilkan data yang diterima dari kaliper ke serial monitor dengan pesan "Received Data:" diikuti oleh data dalam format biner.



Gambar 7. Data yang diterima

Setelah dilakukan beberapa perekaman bilangan biner yang diterima dari *digital caliper* dengan berbagai macam variasi angka, peneliti mengambil 4 contoh bilangan yang diterima.

Tabel 1. Hasil Rekam Data

display lcd	biner yang diterima
00.02	110100000000000000000000
00.36	110010010000000000000000
09.18	110110100111000000000000
18.50	110101110011100000000000

Dari hasil rekam data yang mewakili nilai-nilai yang diambil, dapat disimpulkan bahwa:

- 2 bit pertama dalam format 24 bit bukanlah konversi bilangan biner to decimal.
- Data yang diterima dalam bentuk biner terbalik.
- Biner yang dikirim dari *digital caliper* bukan menkonversikan nilai sesungguhnya dengan display yang terlihat dalam alat ukur.

Contoh kasus ketika nilai yang terlihat dalam display menunjukkan nilai 18.50 sedangkan biner yang diterima lalu diolah dengan cara di reverse/di balik kemudian hanya menggunakan 14 angka paling awal setelah biner dibalik, maka hasil dari 18.50 yaitu 11100111010, seharusnya ketika display tersebut menunjukkan decimal 18.50 maka biner yang diterima adalah 10010.1 sedangkan decimal dari bilangan biner 11100111010 yaitu 1850 (tanpa koma), maka dapat ditarik kesimpulan biner yang diterima adalah biner yang berupa konversi dari bilangan bulat tanpa koma.

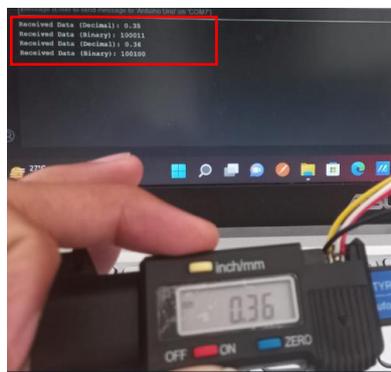
```

5 void setup() {
6   Serial.begin(9600);
7   pinMode(clockPin, INPUT);
8   pinMode(dataPin, INPUT);
9 }
10
11
12 void loop() {
13   unsigned long receivedData = 0; // Menggunakan tipe data unsigned
14   unsigned long reversedData = 0; // Data biner yang sudah dibalik
15   int bitCount = 0; // Menghitung jumlah bit yang telah dibaca
16
17   // Baca 12 bit data dari kaliper
18   for (int i = 0; i < 14; i++) {
19     receivedData <<= 1;
20     receivedData |= digitalRead(dataPin);
21     bitCount++;
22
23     // Tunggu perubahan di pin Clock
24     while (digitalRead(clockPin) == LOW) {}
25     while (digitalRead(clockPin) == HIGH) {}
26
27
28     // Balik data biner
29     for (int i = 0; i < bitCount; i++) {
30       reversedData <<= 1;
31       reversedData |= (receivedData & 1);
32       receivedData >>= 1;
33     }
34
35     // Mengabaikan dua angka terakhir (11)
36     reversedData >>= 2;
37
38     // Konversi data desimal ke decimal dan bagi dengan 100
39     double decimalData = static_cast<double>(reversedData) / 100.0;
40
41     // Tampilkan data hanya jika berbeda dengan data sebelumnya
42     static double previousDecimalData = -1.0;
43     if (decimalData != previousDecimalData) {
44       // Tampilkan data yang diterima di Serial Monitor
45       Serial.print("Received Data (Decimal): ");
46       Serial.println(decimalData); // Tampilkan dalam format desimal
47
48       // Tampilkan data dalam format biner
49       Serial.print("Received Data (Binary): ");
50       Serial.println(reversedData, BIN); // Tampilkan dalam format biner
51
52       previousDecimalData = decimalData; // Perbarui nilai sebelumnya
53     }
54
55   }
56 }

```

Gambar 8. Kode Konversi Biner Terbalik

Maka dari itu didalam kode konversi biner terbalik hasil biner yang sudah di konversi dalam kode diatas kemudian di bagi dengan 100 agar hasil yang tampil dalam serial monitor dapat menunjukan nilai yang sama dengan nilai yang terlihat dalam tampilan display alat ukur tersebut.



Gambar 9. Hasil Setelah di Konversi

Dalam gambar 10 dapat dilihat nilai yang ditampilkan dari display lcd alat ukur dengan nilai yang ditampilkan dalam serial monitor sudah memiliki nilai yang sesuai.

3.3. Grafik Uji Akurasi

Hasil pengukuran yang didapat dari nilai pengukuran yang ditentukan dengan menggunakan 2 alat diantaranya alat ukur tanpa arduino dan alat ukur yang sudah dimodifikasi dengan arduino.

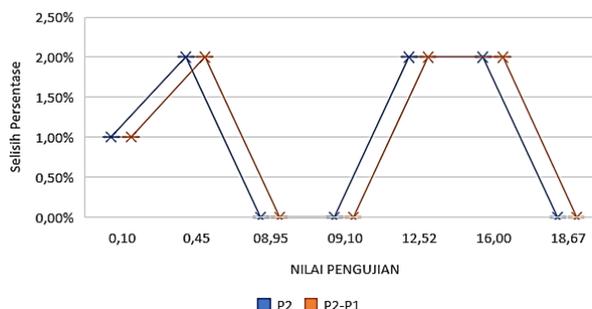
Tabel 2. Tabel uji

Nilai Pengujian	Alat Ukur	P1	Alat Ukur + Arduino	P2	P2-P1
0,09	0,09	0,00%	0,10	1,00%	1,00%

Nilai Pengujian	Alat Ukur	P1	Alat Ukur + Arduino	P2	P2-P1
0,43	0,43	0,00%	0,45	2,00%	2,00%
08,95	08,95	0,00%	08,95	0,00%	0,00%
09,10	09,10	0,00%	09,10	0,00%	0,00%
12,50	12,50	0,00%	12,52	2,00%	2,00%
15,98	15,98	0,00%	16,00	2,00%	2,00%
18,67	18,67	0,00%	18,67	0,00%	0,00%

Dalam tabel uji dapat disimpulkan bahwa selisih keakuratan antara display atau nilai yang muncul dari alat ukur default dengan alat ukur yang telah di modifikasi tidak terlalu memiliki selisih yang sangat jauh. Pada dasarnya, kesimpulan dari tabel tersebut dapat diuraikan dalam beberapa kelompok seperti akurasi Alat Ukur: Ketika menggunakan "Alat Ukur," semua pengukuran memiliki nilai yang sesuai dengan nilai sebenarnya (P1). Ini ditunjukkan oleh persentase kesalahan yang sama dengan nol persen pada setiap pengukuran. Ini mengindikasikan bahwa alat ukur ini cukup akurat dalam mengukur nilai-nilai yang sudah ditentukan. Kemudian Pengaruh Arduino pada Akurasi Pengukuran, ketika menggunakan "Alat Ukur + Arduino," hasil pengukuran pada kolom P2 memiliki perbedaan dengan nilai sebenarnya (P1). Perbedaan ini dinyatakan dalam bentuk persentase sebagai "P2-P1." Secara umum, pengaruh Arduino terlihat dalam peningkatan nilai yang diukur. Seluruh hasil pengukuran dengan "Alat Ukur + Arduino" memiliki nilai yang lebih tinggi daripada nilai sebenarnya (P1). Persentase perbedaan antara P2 dan P1 bervariasi, tetapi dalam semua kasus, perbedaan ini positif. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan Arduino dalam pengukuran cenderung menghasilkan nilai yang lebih tinggi daripada yang sebenarnya. Dapat dilihat perbedaan paling besar yaitu diangka 2% mungkin terlihat kecil, tetapi dalam beberapa aplikasi yang memerlukan akurasi tinggi, perbedaan ini dapat menjadi signifikan.

Grafik Akurasi



Gambar 10. Grafik Akurasi

4. Kesimpulan

Pemanfaatan level shifter dalam peningkatan arus tegangan yang dihasilkan oleh digital caliper merupakan langkah kunci dalam pengintegrasian perangkat ini dengan Arduino. Kemudian untuk mengolah data yang diterima harus memiliki kode arduino yang tepat, dapat mengubahnya menjadi bilangan desimal kemudian dibagi 100 untuk menunjukkan hasil yang sesuai dengan alat ukur, nilai yang telah diolah akan ditampilkan dengan baik pada serial monitor arduino. Ini sangat berguna karena memungkinkan peneliti untuk memantau dan memverifikasi data yang diterima dari digital caliper.

Daftar Pustaka

[1] Y. Irsyad Ar-Rahmad, "Pemanfaatan digital caliper dalam rancang bangun alat pengukur kondisi lifting chain berbasis arduino untuk unit alat berat side loader terex fdc25k8," *J. Elektr.*, pp. 1-6, [Online]. Available:

- <https://repository.usm.ac.id/files/journalmhs/C.431.15.0128-20220225024046.pdf>
- [2] S. Hiremath and Y. Vinayakgouda, "High Speed Level Shifter Design for Low Power Applications," *Proc. 6th Int. Conf. Commun. Electron. Syst. ICCES 2021*, vol. 2, no. 5, pp. 307–310, 2021, doi: 10.1109/ICCES51350.2021.9488975.
 - [3] A. Anantama, A. Apriyantina, S. Samsugi, and F. Rossi, "Alat Pantau Jumlah Pemakaian Daya Listrik Pada Alat Elektronik Berbasis Arduino Uno," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, p. 29, 2020, doi: 10.33365/jtst.v1i1.712.
 - [4] P. Studi Fisika, J. Fisika, F. Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, and U. Negeri Surabaya, "Choirul Fanani," *J. Inov. Fis. Indones.*, vol. 03, no. 01, pp. 5–8, 2014, [Online]. Available: <https://sites.google.com/site/marthalproj>
 - [5] D. Tantowi and K. Yusuf, "Simulasi Sistem Keamanan Kendaraan Roda Dua Dengan Smartphone dan GPS Menggunakan Arduino," *J. ALGOR*, vol. 1, no. 2, pp. 9–15, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.buddhidharma.ac.id/index.php/algor/article/view/302/209>
 - [6] S. Samsugi, A. I. Yusuf, and F. Trisnawati, "Sistem Pengaman Pintu Otomatis Dengan Mikrokontroler Arduino Dan Module Rf Remote," *J. Ilm. Mhs. Kendali dan List.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2020, doi: 10.33365/jimel.v1i1.188.
 - [7] D. Sasmoko, *Arduino dan Sensor pada Project Arduino DIY*. 2021.