

SKRIPSI

“Alat Hitung Jumlah Uang Kertas Menggunakan Sensor TCS230”

Oleh

Muhamad Farhan Hadi

065118061



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2023**

SKRIPSI

“Alat Hitung Jumlah Uang Kertas Menggunakan Sensor TCS230”

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana Komputer Jurusan Ilmu Komputer

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Oleh

Muhamad Farhan Hadi

065118061



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2023**

HALAMAN PERSEMBAHAN SKRIPSI

Pertama-tama saya ucapkan terima kasih kepada Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyusun skripsi ini sehingga dapat selesai tepat pada waktu yang telah di tetapkan.

Kepada kedua orang tua yang telah memberikan dukungan dan do'a sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.

Kepada kedua pembimbing bapak Dr. Andi Chairunnas, M.Pd., M.Kom. dan bapak Aries Maesya, M.Kom. yang telah membantu dan mengarahkan penelitian ini sehingga skripsi ini bisa tersusun dengan baik.

Kepada Bapak/Ibu pimpinan FMIPA Universitas Pakuan.

Kepada saudara, teman-teman dan semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu atas dukungannya yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Alat Hitung Jumlah Uang Kertas Menggunakan Sensor TCS230
Nama : Muhamad Farhan Hadi
NPM : 065118061

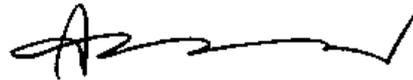
Mengesahkan,

Pembimbing Pendamping
FMIPA – UNPAK



Aries Maesya, M.Kom.

Pembimbing Utama
FMIPA – UNPAK



Dr. Andi Chairunnas, MPd., M.Kom.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Ilmu Komputer
FMIPA – UNPAK



Arie Qur'ania, M.Kom.

Dekan
FMIPA – UNPAK



Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D.

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhamad Farhan Hadi
NPM : 065118061
Program Studi : Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa skripsi saya berjudul “**ALAT HITUNG JUMLAH UANG KERTAS MENGGUNAKAN SENSOR TCS230**” ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri. Selain itu yang saya ketahui, karya tulis ini bukan merupakan karya tulis yang pernah dipublikasikan atau sudah pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas lain, kecuali pada bagian- bagian di mana sumber informasinya dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya. Apabila kelak dikemudian hari terdapat gugatan, penulis bersedia dikenakan sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bogor, 10 Februari 2023



Muhammad Farhan Hadi,

**PERNYATAAN PELIMPAHAN SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA
PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Muhamad Farhan Hadi
NPM : 065118061
Judul Skripsi : Alat Hitung Jumlah Uang Kertas Menggunakan Sensor
TCS230

Dengan ini saya menyatakan bahwa Paten dan Hak Cipta dari produk Skripsi dan Tugas Akhir di atas adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun.

Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan Paten, hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Pakuan.

Bogor, 10 Februari 2023



Muhamad Farhan Hadi
065118061

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Cianjur pada 28 Agustus 1999 dari pasangan Bapak Asep Saepudin dan Ibu Yeyen Nur'aeni sebagai anak kedua dari tiga bersaudara.

Penulis memulai pendidikan di Sekolah Dasar pada tahun 2006 yang bertempat di M.I Miftahul Falah, kemudian tahun 2012 dilanjutkan dengan pendidikan di MTs. Assaidiyah di Cianjur dan Penulis adalah Alumni dari MAN 2 Cianjur.

Pada tahun 2018 penulis meneruskan pendidikan ke Universitas Pakuan Bogor, Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Selama di Universitas Pakuan, penulis pernah aktif sebagai anggota Komunitas Bulu Tangkis dan Futsal di Universitas Pakuan. Pada bulan desember tahun 2022 penulis menyelesaikan penelitian dengan judul Alat Hitung Jumlah Uang Kertas Menggunakan Sensor TCS230.

RINGKASAN

Muhamad Farhan Hadi. Alat Hitung Jumlah Uang Kertas Menggunakan Sensor TCS230. Dibawah bimbingan Dr. Andi Chairunnas, M.Pd., M.Kom. dan Aries Maesya, M.Kom.

Bank desa merupakan sebuah lembaga yang berfondasi dari pelaksanaan Badan Usaha Milik Desa (BUMDES) untuk memberikan fasilitas simpan pinjam bagi nasabah di daerah perdesaan. Salah satu cara untuk mempercepat proses kerja dari bank desa yaitu dengan tersedianya alat penghitung uang otomatis. Alat penghitung uang otomatis tersebut terinspirasi dari prinsip kerja alat *vending machine* yang dapat membaca nominal uang yang berbeda. Kelebihan alat penghitung uang otomatis dibandingkan dengan alat yang ada sekarang ini, alat tersebut dapat membaca nominal uang Rp.5.000 sampai dengan uang nominal Rp.100.000 dan tidak perlu lagi untuk memisahkan jenis nominal uang yang akan dihitung sebelum dimasukkan pada alat penghitung, karena dapat dimasukan secara bersamaan. Penelitian ini dilaksanakan dengan mengikuti tahapan dari metode *hardware programming*. Berdasarkan hasil pengujian struktural, fungsional dan validasi yang telah dilakukan bahwa alat ini dapat digunakan dengan baik dan tidak ada kendala. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penelitian ini efektif untuk meningkatkan proses kerja dari bank desa.

Kata Kunci : alat hitung uang, sensor warna tcs230

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim
Assalamu'alaikum wr wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Alat Hitung Jumlah Uang Kertas Menggunakan Sensor TCS230”.

Dalam penulisan ini, penulis dengan senang hati ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Arie Qur'ania, M.Kom. Selaku Ketua Program Studi Ilmu Komputer Fakultas MIPA.
2. Dr. Andi Chairunnas, M.Pd., M.Kom. Selaku pembimbing utama yang memberikan pengarahan dan bimbingan selama penyusunan laporan penelitian ini berlangsung.
3. Aries Maesya, M.Kom. Selaku pembimbing pendamping yang senantiasa memberikan pengarahan selama melakukan penelitian.
4. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang telah memberikan semangat, pengertian, bantuan moril dan materil serta do'a.
5. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per-satu yang telah memberikan motivasi, dukungan dan bantuan secara langsung maupun tidak langsung.

Menyadari keterbatasan waktu dan kemampuan dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan diterima dengan senang hati. Mudah-mudahan Allah SWT akan membalas semua kebaikan kepada semua pihak yang membantu. Akhir kata, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Bogor, 10 Februari 2023



Muhammad Farhan Hadi
065118061

DAFTAR ISI

Halaman

COVER	
HALAMAN PERSEMBAHAN SKRIPSI	1
HALAMAN PENGESAHAN	2
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS SKRIPSI.....	3
RIWAYAT HIDUP	v
RINGKASAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	1
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.4 Manfaat	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Teori Dasar	3
2.1.1 Uang	3
2.1.2 Mesin Penghitung Uang	4
2.2 Perangkat Keras Yang Digunakan.....	4
2.2.1 Sensor Warna TCS230	4
2.2.2 Inframerah (<i>IR</i>) Sensor.....	7
2.2.3 Motor Servo	9
2.2.4 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	11
2.2.5 Catu Daya	13
2.2.6 Mikrokontroler	13
2.2.7 Arduino.....	15
2.3 Penelitian Terdahulu	17
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Metode Penelitian	21
3.1.1 Perencanaan Proyek Penelitian (<i>Project Planning</i>)	21
3.1.2 Studi Referensi.....	21
3.1.3 Desain Elektrik (<i>Electrical Design</i>).....	22
3.1.4 Pengadaan Komponen	22
3.1.5 Pengujian Komponen	22
3.1.6 Implementasi Elektrik.....	22
3.1.7 Desain <i>Software</i> (<i>Software Design</i>)	22
3.1.8 Implementasi <i>Software</i>	22
3.1.9 Uji <i>Software</i>	22
3.1.10 Desain Sistem Mekanik (<i>Mechanical Design</i>).....	23
3.1.11 Implementasi Mekanik	23
3.1.12 <i>Integrasi</i> atau Perakitan (<i>Integration</i>).....	23
3.1.13 Uji Keseluruhan	23
3.1.14 <i>Aplikasi</i>	24
3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	24

	Halaman
3.3 Alat dan Bahan	24
3.3.1 Alat	24
3.3.2 Bahan.....	25
BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI.....	26
4.1 Tahap Proses Perencanaan	26
4.1.1 Perencanaan	26
4.1.2 Studi Referensi.....	26
4.2 Tahap Proses Perancangan.....	26
4.2.1 Desistem Listrik	26
4.2.2 Pengadaan Komponen.....	27
4.2.3 Desain <i>Software</i>	27
4.2.4 Desain Mekanik	28
4.3 Tahap Proses Implementasi.....	29
4.3.1 Implementasi Elektrik.....	29
4.3.2 Implementasi <i>Software</i>	29
4.3.3 Implementasi Mekanik	30
4.3.4 Hasil Perancangan Alat	30
4.3.5 <i>Optimasi</i>	30
4.3.6 <i>Aplikasi</i>	31
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
5.1 Hasil Penelitian.....	32
5.2 Pembahasan.....	32
5.2.1 Pengujian Struktural	32
5.2.2 Uji Coba Fungsional.....	32
5.2.3 Uji Coba Validasi	34
5.3 Pengujian Keseluruhan Sistem.....	35
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	37
6.1 Kesimpulan	37
6.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Uang	3
Gambar 2. Sensor Warna TCS230	4
Gambar 3. Skema Pin Sensor Warna TCS230.....	5
Gambar 4. Kontruksi Sensor Warna	5
Gambar 5. Karakteristik Sensitivitas dan Linearitas <i>Fotodiode</i> Terhadap Panjang Gelombang Cahaya	6
Gambar 6. Blok Diagram Fungsional Sensor TCS230	7
Gambar 7. Sensor Inframerah.....	7
Gambar 8. Rangkaian Dalam Sensor Inframerah	8
Gambar 9. Cara Kerja Sensor Inframerah	9
Gambar 10. Motor Servo.....	9
Gambar 11. Komponen Motor Servo.....	10
Gambar 12. <i>Pulse Wide Modulation</i> Servo	11
Gambar 13. LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	11
Gambar 14. Struktur Dasar LCD	12
Gambar 15. Adaptor.....	13
Gambar 16. Diagram Blok Adaptor	13
Gambar 17. Diagram Blok Pada Mikrokontroler.....	14
Gambar 18. Arduino.....	16
Gambar 19. <i>Hardware Programming</i>	21
Gambar 20. <i>Flowchart</i> Uji Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	22
Gambar 21. <i>Flowchart</i> Uji Keseluruhan	24
Gambar 22. Desain Sistem Listrik	26
Gambar 23. <i>Flowchart</i>	28
Gambar 24. Desain Mekanik	29
Gambar 25. Implementasi Elektrik	29
Gambar 26. Implementasi <i>Software</i>	30
Gambar 27. Implementasi Mekanik	30
Gambar 28. Pengujian Arduino	33
Gambar 29. Tampilan Alat	35
Gambar 30. Pengujian Tahap 1.....	35
Gambar 31. Pengujian Tahap 2.....	36
Gambar 32. Pengujian Tahap 3.....	36

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Fungsi Pin Sensor TCS230	5
Tabel 2. Mode Pemilihan <i>Fotodiode</i> Pembaca Warna.....	7
Tabel 3. Karakteristik Motor Servo.....	10
Tabel 4. Perbandingan	20
Tabel 5. Alat	24
Tabel 6. Bahan	25
Tabel 7. Pengujian Struktural	32
Tabel 8. Pengujian Motor Servo	33
Tabel 9. Pengujian Sensor Warna	33
Tabel 10. Pengujian Sensor Inframerah	34
Tabel 11. Uji Coba Validasi	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 - SK Tugas Akhir	41
Lampiran 2 - Kartu Bimbingan Seminar Proposal.....	43
Lampiran 3 - Kartu Bimbingan Seminar Hasil	44
Lampiran 4 - Kartu Bimbingan Skripsi	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bank desa merupakan sebuah lembaga yang berfondasi dari pelaksanaan Badan Usaha Milik Desa (BUMDES) untuk memberikan fasilitas simpan pinjam bagi nasabah di daerah perdesaan. Hadirnya bank desa dapat dijadikan alternatif solusi, bagi masyarakat untuk bisa mendapatkan pinjaman dengan lebih mudah dan murah. Selain mudah dalam akses pinjaman, masyarakat juga bisa menabung di bank desa untuk dapat dikelola serta diberdayakan bersama untuk kemajuan desa.

Salah satu cara untuk mempercepat proses kerja dari bank desa yaitu dengan tersedianya alat penghitung uang otomatis. Alat penghitung uang otomatis tersebut terinspirasi dari prinsip kerja alat *vending machine* yang dapat membaca nominal uang yang berbeda. Kelebihan alat penghitung uang otomatis dibandingkan dengan alat yang ada sekarang ini, alat tersebut dapat membaca nominal uang Rp.5.000 sampai dengan uang nominal Rp.100.000 dan tidak perlu lagi untuk memisahkan jenis nominal uang yang akan dihitung sebelum dimasukkan pada alat penghitung, karena dapat dimasukkan secara bersamaan. Dengan adanya alat penghitung uang tersebut tentu saja membuat pekerjaan menjadi lebih mudah.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Melati Asmarita (2019), dengan judul “Perancangan Alat Pendeteksi Nominal Uang Kertas Menggunakan Sensor TCS230 Berbasis Arduino”, Uang merupakan alat tukar yang umum dipakai pada perdagangan. Setiap negara memiliki mata uang dengan nilai konversi yang berbeda-beda. Pentingnya penggunaan uang sebaiknya dapat dilakukan penelitian terhadap uang yang beredar dipasaran, kali ini pada negara Indonesia dengan jenis mata uang rupiah. Umumnya uang selain angka nominalnya tiap nilai uang dapat diketahui dengan perbedaan warna. Dengan fakta ini dapat dibuat tugas proyek untuk mengetahui warnanya maka dapat diketahui nilai uang tersebut.

Sensor yang digunakan adalah sensor TCS230 sebagai sensor warna yang dapat mengkonversi warna menjadi nilai pada warna merah, hijau dan biru. Tiap nilai uang menghasilkan nilai yang berbeda-beda tiap indikator warna tersebut. Nilai-nilai tersebut diklasifikasi untuk membedakan tiap-tiap nilai uang yang dilakukan pada arduino sebagai pusat proses data. Dengan mendekatkan uang pada sensor maka langsung didapat nilai uang tersebut pada tampilan LCD. Penggunaan alat ini dapat digunakan untuk membedakan nominal nilai uang yang dapat dibaca di LCD saat uang tersebut didekatkan di sensor TCS230. Sensor dapat membaca dapat membaca tiga indikator warna yaitu merah hijau dan biru. Dengan menunjukkan perubahan nilai masing-masing warna saat dikenakan pada suatu objek berwarna.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, yang menjadi pembaharuan dari penelitian ini adalah alat yang dibuat dapat menghitung jumlah nominal uang secara bersamaan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan Alat Hitung Jumlah Uang Kertas Menggunakan Sensor TCS230.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

1. Alat ini mempunyai ukuran 12,4 x 8,5cm.
2. Menggunakan mikrokontroler Arduino Uno ATmega328 sebagai pemroses alat.
3. Komponen yang digunakan yaitu motor servo, sensor warna TCS230, sensor inframerah dan LCD 16X2.
4. Penelitian ini dilakukan uji coba dengan menggunakan uang emisi tahun 2016.

1.4 Manfaat

Manfaat dari Alat Hitung Jumlah Uang Kertas Menggunakan Sensor TCS230 yaitu sebagai berikut:

1. Dapat menghemat waktu serta membantu mempercepat proses kerja dari bank desa.
2. Mempermudah dalam menghitung jumlah uang karena dilakukan secara otomatis.
3. Bagi nasabah di pedesaan tidak perlu untuk menunggu terlalu lama dalam melakukan transaksi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

2.1.1 Uang

Menurut (Rollin G. Thomas, 1942) Uang adalah segala sesuatu yang siap sedia dan diterima secara umum untuk pembayaran barang, jasa, dan harta kekayaan lainnya, serta bisa dipakai pula buat pembayaran utang. Uang adalah segala sesuatu yang dapat diterima oleh masyarakat umum sebagai alat tukar menukar dalam lalu lintas perekonomian, yang dapat dipakai untuk melakukan pembayaran baik barang, jasa, maupun hutang baik sekarang maupun di kemudian hari. Adapun fungsi uang sebagai berikut:

1. Satuan hitung (*unitofaccounting*): uang dapat memberikan harga suatu komoditas maka nilai suatu barang dapat diukur dan dibandingkan.
2. Alat transaksi (*medium of exchange*): sebagai alat tukar yang harus diterima karena jaminan kepercayaan.
3. Penyimpan nilai (*storeofvalue*): dikaitkan dengan kemampuan uang menyimpan hasil transaksi untuk mengalihkan daya beli dari masa sekarang sampai mendatang.

Gambar uang ditunjukkan pada gambar 1, sebagai berikut :



Gambar 1. Uang

Uang kertas Rupiah adalah uang dalam bentuk lembaran yang terbuat dari bahan kertas atau bahan lainnya (yang menyerupai kertas) yang dikeluarkan oleh pemerintah Indonesia, dalam hal ini Bank Indonesia, dimana penggunaannya dilindungi oleh UU no. 23 tahun 1999 dan sah digunakan sebagai alat tukar pembayaran di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI). Keaslian uang rupiah dapat dikenali melalui ciri-ciri yang terdapat baik pada bahan yang digunakan untuk membuat uang kertas, logam, desain dan warna masing-masing pecahan uang maupun pada teknik pencetakannya.

Sebagian ciri-ciri yang terdapat pada uang rupiah tersebut, selain berfungsi sebagai ciri untuk membedakan antara satu pecahan dengan pecahan lainnya, dapat juga berfungsi sebagai pengaman dari ancaman tindak pidana pemalsuan uang. Alat pengaman tersebut terdiri dari alat pengaman kasatmata, kasatraba, dan pengamanan yang baru terlihat dengan menggunakan alat bantu berupa sinar *ultraviolet*, sinar *infrared*, kaca pembesar, dan alat tertentu untuk melihat *Scramble Image*. Secara kasatmata, orang awam bisa membedakan uang kertas asli dengan uang kertas palsu dengan cara dilihat, diraba, diterawang. Uang kertas asli memiliki benang pengaman, tanda air, hasil cetak mengkilap, dan cetakan timbul yang terasa kasar saat diraba. (Hidayat, 2017)

2.1.2 Mesin Penghitung Uang

Mesin penghitung uang adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menghitung berapa banyak jumlah uang (logam maupun kertas) yang ingin dihitung. Mesin ini biasanya digunakan pada jasa perbankan. Karena mesin ini sangat mempermudah *teller* dalam menghitung jumlah uang yang banyak. Dibandingkan dengan menghitung uang secara *manual* dengan mesin penghitung uang ini dapat dikerjakan dengan cepat dan praktis (Yultrisna, 2016). Mesin hitung uang ada tiga jenis, yaitu:

1. Mesin hitung uang kertas *type Portable* Adalah mesin yang memiliki kemampuan untuk menghitung uang kertas dan berbentuk relatif kecil yang mudah untuk dibawa bila harus berpindah tempat. Mesin penghitung uang kertas *type potable* ada dua macam yang pertama adalah mesin hitung uang *Friction Roll* dan mesin hitung uang *Vacuum*.
2. Mesin hitung uang kategori *friction*, yaitu mesin hitung yang perhitungan uangnya dilakukan dengan meletakkan uang pada bagian yang disediakan (hal ini dapat dilakukan dengan melepaskan ikatannya terlebih dahulu) kemudian uang akan melalui bagian dalam mesin setiap lembarnya. Perhitungan uang dan deteksi dilakukan pada saat uang melewati bagian dalam mesin. Setelah perhitungan uang selesai dilakukan, jumlah nominal akan tertera pada layar yang tersedia.
3. Mesin hitung uang kategori *vacuum*, yaitu mesin hitung yang perhitungan uangnya dilakukan dengan meletakkan uang pada bagian yang tersedia (dengan mesin *vacuum* ini perhitungan uang dapat dilakukan tanpa harus membuka ikatan uang). Setelah perhitungan uang selesai, jumlah nominal akan tertera pada layar yang tersedia.

2.2 Perangkat Keras Yang Digunakan

2.2.1 Sensor Warna TCS230

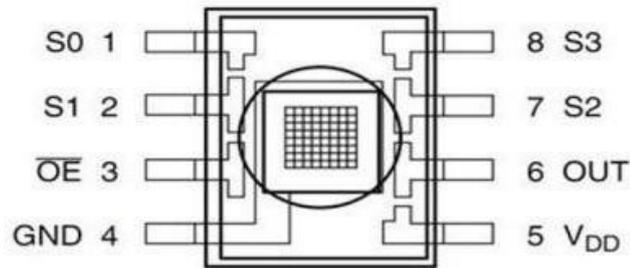
Sensor warna TCS230 adalah modul sensor yang mempunyai fungsi mengkonversi warna yang akan dideteksi menjadi frekuensi yang akan diolah oleh mikrokontroler. Nama lain dari sensor ini yaitu *Programmable Converter 'Color Light' Sensor to Frequency*, yang dimana bahan pembuatannya berasal dari penggabungan antara *Silicon Fotodiode* dan *IC CMOS single monolithic* yang berfungsi sebagai pengkonversi arus menjadi frekuensi. Sensor warna TCS230 ditunjukkan pada gambar 2, sebagai berikut :



Gambar 2. Sensor Warna TCS230

Antar muka sensor ini dengan arduino cukup mudah, yaitu dengan menghubungkan pin-pin dalam sensor ini kedalam pin *I/O digital* arduino dan pin catu

daya. Gambar skema pin sensor warna TCS230 ditunjukkan pada gambar 3, sebagai berikut:



Gambar 3. Skema Pin Sensor Warna TCS230

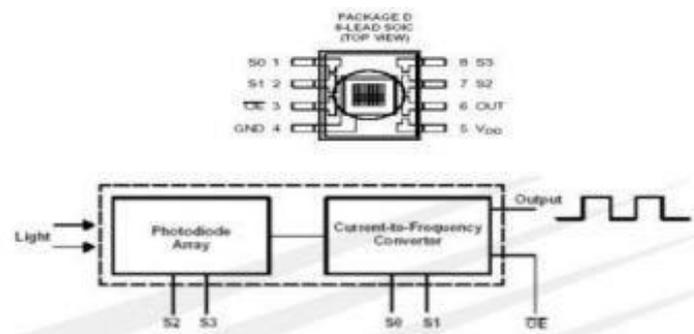
Fungsi dari pin-pin diatas dijelaskan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 1. Fungsi Pin Sensor TCS230

Nama	No	Keterangan
GND	4	Ground
OE	3	Enable for active low
OUT	6	Output Frequency
S0,S1	1,2	Output Frequency scaling selection input
S2,S3	7,8	Photo diode type selection input
VCC	9	Supply Voltage

2.2.1.1 Komponen Sensor Warna TCS230

Pada dasarnya sensor warna TCS230 adalah rangkaian *photodiode* yang disusun secara matriks *array* 8x8 dengan 16 buah konfigurasi *photodiode* yang berfungsi sebagai filter warna merah, 16 *photodiode* sebagai filter warna biru dan 16 *photodiode* lagi tanpa filter warna. Sensor warna TCS230 merupakan sensor yang dikemas dalam chip DIP 8 pin dengan bagian muka *transparent* sebagai tempat menerima intensitas cahaya yang berwarna. Konstruksi Pada sensor warna TCS230 terdapat selektor S2 dan S3 yang berfungsi untuk memilih kelompok konfigurasi *photodiode* yang akan digunakan atau dipakai. Kontruksi sensor warna TCS230 dapat dilihat pada gambar 4, sebagai berikut :



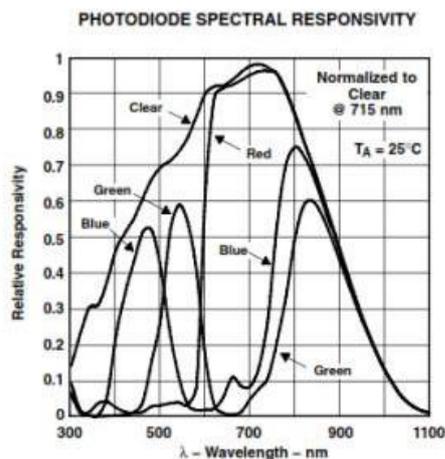
Gambar 4. Kontruksi Sensor Warna

2.2.1.2 Karakteristik Sensor Warna TCS230

IC TCS230 dapat dioperasikan dengan *supply* tegangan pada V_{dd} berkisar antara 2,7 volt – 5,5 volt, dalam pengoperasiannya sensor tersebut dapat dilakukan dengan dua cara :

1. Dengan *mode supply* tegangan *maksimum*, yaitu dengan menyuplai tegangan berkisar antara 2,7volt – 5, 5 volt pada sensor warna TCS230.
2. *Mode supply* tegangan *minimum*, yaitu dengan menyuplai tegangan 0 sampai 0, 8.

Sensor warna TCS230 terdiri dari 4 kelompok *photodiode*, masing – masing kelompok memiliki sensitivitas yang berbeda satu dengan yang lainnya pada respon *photodiode* terhadap panjang gelombang cahaya yang dibaca, *photodiode* yang mendeteksi warna merah dan *clear* memiliki nilai sensitivitas yang tinggi ketika mendeteksi intensitas cahaya dengan panjang gelombang 715 nm, sedangkan pada panjang gelombang 1100 nm *photodiode* tersebut memiliki nilai *sensitivitas* yang paling rendah, hal ini menunjukkan bahwa sensor TCS230 tidak bersifat *linearitas* dan memiliki *sensitivitas* yang berubah terhadap panjang gelombang yang diukur, gambar 5 menunjukkan karakteristik *photodiode* terhadap panjang gelombang cahaya.



Gambar 5. Karakteristik Sensitivitas dan Linearitas *Fotodiode* Terhadap Panjang Gelombang Cahaya

Semakin besar temperatur *koefisien* yang diperoleh dari *fotodiode*, maka semakin jauh panjang gelombang yang dihasilkan oleh sensor, dimana besar atau kecil *temperature koefisien* tersebut dipengaruhi oleh keadaan panjang gelombang atau pencahayaan, hal ini menunjukkan bahwa sensor TCS230 memiliki karakteristik panjang gelombang yang *linear*.

2.2.1.3 Prinsip Kerja Sensor Warna TCS230

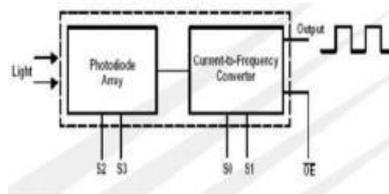
Sensor warna TCS230 bekerja dengan cara membaca nilai intensitas cahaya yang dipancarkan oleh *led super bright* terhadap objek, pembacaan nilai intensitas cahaya tersebut dilakukan melalui matrik 8x8 *photodiode*, dimana 64 *photodiode* tersebut dibagi menjadi 4 kelompok pembaca warna, setiap warna yang disinari *led* akan memantulkan sinar *led* menuju *photodiode*, pantulan sinar tersebut memiliki panjang gelombang yang berbeda – beda tergantung pada warna objek yang terdeteksi, hal ini yang membuat sensor warna TCS230 dapat membaca beberapa macam warna.

Panjang gelombang dan sinar *led* yang dipantulkan objek berwarna berfungsi mengaktifkan salah satu kelompok *photodiode* pada sensor warna tersebut, sehingga ketika kelompok *photodiode* yang digunakan telah aktif, S2 dan S3 akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler untuk menginformasikan warna yang dideteksi. Tabel 2 memperlihatkan pemilihan mode pengelompokkan *photodiode* pembaca warna.

Tabel 2. Mode Pemilihan *Photodiode* Pembaca Warna

S2	S3	<i>Photodiode</i>
0	0	Merah
0	1	Biru
1	0	Clear
1	1	Hijau

Saklar terprogram ini akan memilih dengan sendirinya jika salah satu kelompok *photodiode* membaca intensitas cahaya terhadap objek yang disensor. Selanjutnya mikrokontroler akan mulai menginisialisasi sensor TCS230, nilai yang dibaca oleh sensor selanjutnya diubah menjadi frekuensi melalui bagian pengubah arus ke frekuensi, dimana pada bagian ini terdapat *oscillator* yang dibangkitkan oleh saklar S0 dan S1 sebagai mode tegangan *maximum* dan *output enable* sebagai pembangkit *oscillator* pada mode tegangan *minimum* (*power down*). Gambar 6 menunjukkan blok diagram fungsional sensor TCS230 dan cara *setting* skala frekuensi *output* sensor TCS230.



Gambar 6. Blok Diagram Fungsional Sensor TCS230

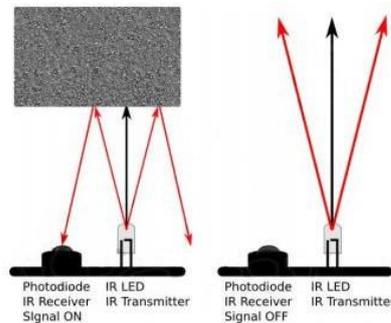
2.2.2 Inframerah (*IR*) Sensor

Inframerah (*IR*) detektor atau sensor inframerah adalah komponen elektronika yang dapat mengidentifikasi cahaya inframerah (*infrared*). Sensor inframerah atau detektor inframerah saat ini ada yang dibuat khusus dalam satu modul dan dinamakan sebagai *IR Detector Photomodules*. *IR Detector Photomodules* merupakan sebuah chip detektor inframerah digital yang di dalamnya terdapat *photodiode* dan penguat (*amplifier*) dengan *output* berupa keadaan *high* atau *low*. Gambar inframerah ditunjukkan pada gambar 7, sebagai berikut:



Gambar 7. Sensor Inframerah

terdapat pada sensor adalah untuk mengatur seberapa jauh atau dekat objek yang bisa dideteksi. Gambaran cara kerja sensor inframerah ditunjukkan pada gambar 9, sebagai berikut :



Gambar 9. Cara Kerja Sensor Inframerah

2.2.3 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat putar yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup (*servo*), sehingga dapat di *set-up* atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output* motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian *gear*, rangkaian kontrol dan *potensiometer*. Serangkaian *gear* yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan *potensiometer* dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo. Gambar motor servo ditunjukkan pada gambar 10, sebagai berikut:

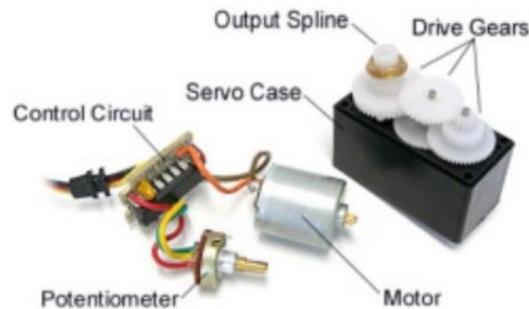


Gambar 10. Motor Servo

Penggunaan sistem kontrol *loop* tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Penjelasan sederhananya, posisi poros *output* akan disensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol *input* akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan. Untuk lebih jelasnya mengenai sistem kontrol *loop* tertutup, perhatikan contoh sederhana beberapa aplikasi lain dari sistem kontrol *loop* tertutup, seperti penyetelan suhu pada AC, kulkas, setrika dan lain sebagainya.

2.2.3.1 Komponen Penyusun Motor Servo

Motor servo pada dasarnya dibuat menggunakan motor DC yang dilengkapi dengan 14 *controller* dan sensor posisi sehingga dapat memiliki gerakan 0° , 90° , 180° atau 360° . Komponen Servo ditunjukkan pada gambar 11, sebagai berikut:



Gambar 11. Komponen Motor Servo

2.2.3.2 Karakteristik Motor Servo

Motor Servo pada alat ini adalah motor servo jenis *Tower Pro Micro Servo SG90*. Motor servo jenis ini akan bekerja secara baik jika pada bagian pin kontrolnya diberikan sinyal PWM dengan frekuensi 50Hz dengan periode sebesar 20 ms. Pemberian besar pulsa dari mikrokontroler menentukan besar sudut yang harus dilakukan oleh motor servo. Pengaturan sudut motor servo diperlukan untuk mengetahui gerakan dari motor servo dan pulsa yang harus diberikan ke motor servo dalam pergerakan ke kiri atau ke kanan. Dari pulsa yang diberikan, kita dapat melihat gerakan motor servo. Di mana pada saat sinyal dengan frekuensi 50Hz tersebut dicapai pada kondisi *Ton duty cycle* 1.5 ms, maka *rotor* dari motor akan berhenti tepat di tengah-tengah (sudut 90° / *netral*). Untuk lebih jelasnya karakteristik motor servo dapat dijelaskan oleh tabel 3 dibawah ini.

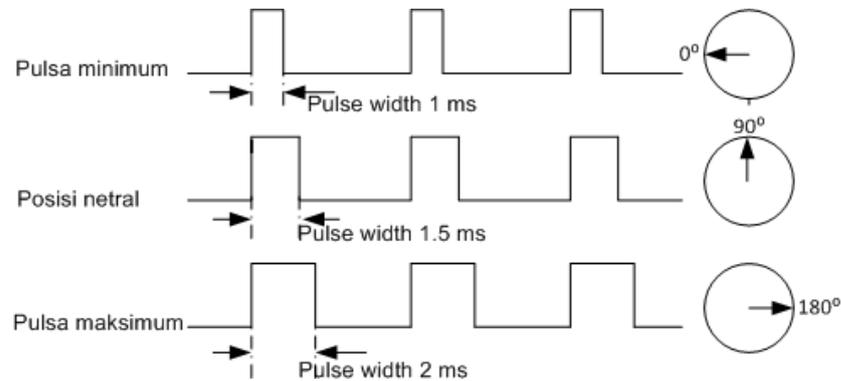
Tabel 3. Karakteristik Motor Servo

Motor Servo	Micro Servo Sg90
Dimensi	22.6 X 21.8 X 11.4 mm
Berat (Hanya Motor)	9 gram
Kecepatan	0.12 S/ 60 Degree
<i>Pulse Width</i>	500 – 2400 μ s
<i>PWM Period</i>	20 ms (50Hz)
Tegangan Kerja	4,8 V – 6 V
Arus	Kurang Dari 500 mA
<i>Temperatur Range</i>	-30 Sampai 60° C
Panjang Kabel	150 mm
<i>Stall Torque</i>	1.98 Kg/Cm
<i>Gear Type</i>	<i>Plastic</i>
<i>Limit angle</i>	180° ($\pm 10^\circ$)
<i>Neutral position</i>	<i>Neutral position</i>

2.2.3.3 Prinsip Kerja Motor Servo

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal *modulasi* lebar pulsa (*Pulse Wide Modulation / PWM*) melalui kabel arah. Lebar pulsa sinyal arah yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai

contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90°. Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam). *Pulse Wide Modulation servo* ditunjukkan pada gambar 12, sebagai berikut:

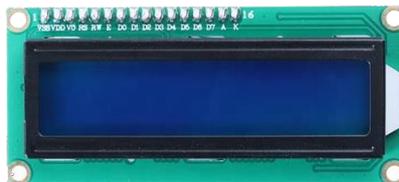


Gambar 12. *Pulse Wide Modulation Servo*

Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (*rating torsi servo*). Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.

2.2.4 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, ataupun layar komputer. Pada bab ini aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot *matrik* dengan jumlah karakter 16x2. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. Gambar LCD (*Liquid Crystal Display*) ditunjukkan pada gambar 13, sebagai berikut:



Gambar 13. LCD (*Liquid Crystal Display*)

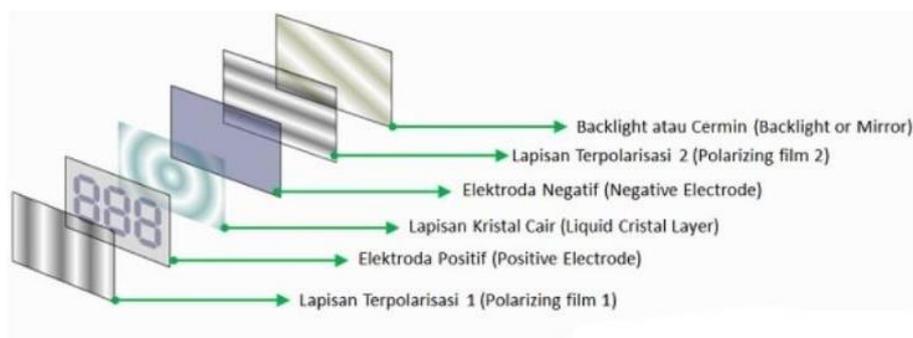
2.2.4.1 Komponen LCD (*Liquid Crystal Display*)

1. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.

2. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
3. Terdapat karakter *generator* terprogram.
4. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
5. Dilengkapi dengan *back light*.
6. Tersedia *VR* untuk mengatur kontras.

2.2.4.2 Karakteristik LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) pada dasarnya mempunyai dua bagian penting yaitu *backlight* (lampu latar belakang) dan *liquid crystal* (kristal cair). LCD ini memang sudah tidak bisa menghasilkan cahaya apapun, LCD hanya akan *merefleksikan* dan *mentransmisikan* cahaya yang melaluinya. Oleh karena itu, LCD membutuhkan *backlight* (cahaya latar belakang) untuk menjadikan sebagai sumber cahayanya. Umumnya, *backlight* ini mempunyai warna putih. Sementara untuk kristal cair atau *liquid crystal* sendiri merupakan cairan organik yang terletak diantara dua lembar kaca dengan bagian permukaan *transparent* yang konduktif. Gambar 14 menunjukkan struktur dasar LCD, sebagai berikut:



Gambar 14. Struktur Dasar LCD

LCD yang digunakan pada jam tangan digital dan kalkulator biasanya menggunakan cermin sebagai pemantul cahaya alami agar dapat menghasilkan digit yang nampak pada layar. Sementara LCD yang lebih modern dengan kekuatan tinggi seperti TV, laptop dan *smartphone* umumnya menggunakan *backlight* (lampu latar belakang) sebagai penerang piksel kristal cair. Lampu *backlight* biasanya mempunyai bentuk seperti persegi panjang atau strip lampu *fluorescent* atau LED (*Light Emitting Diode*).

2.2.4.3 Prinsip Kerja LCD (*Liquid Crystal Display*)

Prinsip atau cara kerja dari LCD dengan memanfaatkan prinsip fisika terkait cahaya putih. Dikatakan bahwa cahaya putih terdiri dari ratusan cahaya dengan warna yang berbeda-beda, Berbagai macam warna cahaya akan terlihat apabila cahaya putih mengalami refleksi atau perubahan arah sinar. Dengan begitu saat terjadi perbedaan arah refleksi cahaya, akan berbeda pula warna yang ditampilkan. Pada sebuah LCD, *backlight* berwarna putih akan memberikan pencahayaan pada cairan kristal, yang kemudian disaring dan direfleksikan sesuai dengan sudut yang diinginkan sehingga menghasilkan warna sesuai dengan yang dikehendaki.

2.2.5 Catu Daya

Catu daya yang biasa disebut dengan *Power Supply* ialah sebuah alat yang berguna sebagai sumber daya listrik untuk alat elektronik lain. Pada dasarnya catu daya bukan hanya alat yang dapat menghasilkan listrik saja, namun ada juga beberapa catu daya yang menghasilkan energi mekanik, dan energi yang lain. Daya untuk menyalakan alat elektronik dapat dari berbagai sumber. Baterai dapat menghasilkan suatu *ggl dc* dengan reaksi kimia. *Foton* dari panas atau cahaya yang berasal dari matahari dapat diubah menjadi energi listrik *dc* oleh sel-foto (*photocell*). Sel bahan bakar menggabungkan gas hidrogen dan oksigen dalam suatu *elektrolit* untuk menghasilkan *ggl dc*.

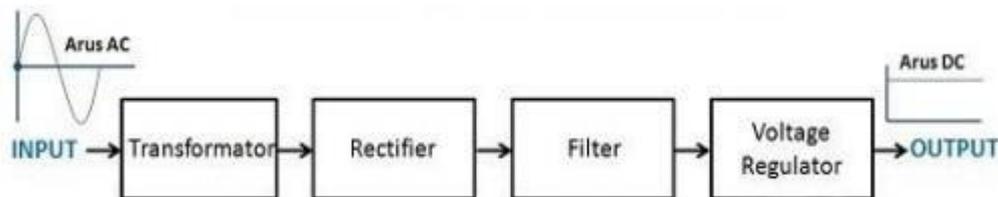
2.2.5.1 DC Power Supply (Adaptor)

Adaptor adalah suatu alat yang dapat digunakan untuk mengubah tegangan AC yang tinggi menjadi tegangan DC yang rendah. Adaptor ditunjukkan dalam Gambar 14, sebagai berikut:



Gambar 15. Adaptor

Adaptor atau *DC Power Supply* pada umumnya mempunyai 4 bagian utama yang dapat menghasilkan arus *DC* yang stabil. Keempat bagian utama tersebut ialah *Transformer*, *Voltage Regulator*, *Rectifier*, dan *Filter*. Ke-empat bagian blok-blok dasar yang membentuk sebuah *DC Power Supply* atau catu daya ini. Diagram Blok *DC Power Supply* (Adaptor) ditunjukkan dalam Gambar 16, sebagai berikut



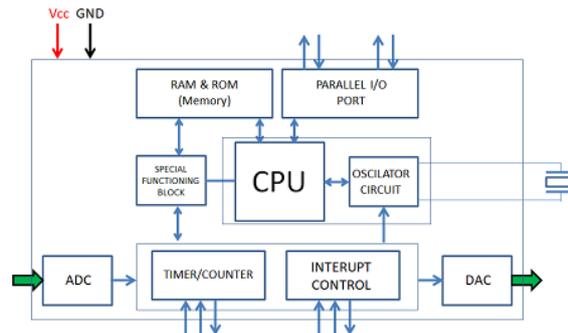
Gambar 16. Diagram Blok Adaptor

2.2.6 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk chip *IC (Integrated Circuit)* dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu. Pada dasarnya, sebuah *IC* Mikrokontroler terdiri dari satu atau lebih Inti Prosesor (*CPU*), *Memori (RAM dan ROM)* serta perangkat *input* dan *output* yang dapat *deprogram*. Dalam pengaplikasiannya, Pengendali Mikro yang dalam bahasa Inggris

disebut dengan *Microcontroller* ini digunakan dalam produk ataupun perangkat yang dikendalikan secara *otomatis* seperti sistem *kontrol* mesin mobil, perangkat medis, pengendali jarak jauh, mesin, peralatan listrik, mainan dan perangkat-perangkat yang menggunakan sistem tertanam lainnya.

Penggunaan mikrokontroler ini semakin populer karena kemampuannya yang dapat mengurangi ukuran dan biaya pada suatu produk atau desain apabila dibandingkan dengan desain yang dibangun dengan menggunakan mikroprosesor dengan memori dan perangkat *input* dan *output* secara terpisah. Gambar diagram blok pada mikrokontroler ditunjukkan pada gambar 17, sebagai berikut:



Gambar 17. Diagram Blok Pada Mikrokontroler

- a) *CPU*
CPU adalah otak mikrokontroler. *CPU* bertanggung jawab untuk mengambil instruksi (*fetch*), menerjemahkannya (*decode*), lalu akhirnya dieksekusi (*execute*). *CPU* menghubungkan setiap bagian dari mikrokontroler ke dalam satu sistem. Fungsi utama *CPU* adalah mengambil dan *mendekode* instruksi. Instruksi yang diambil dari memori program harus diterjemahkan atau melakukan *decode* oleh *CPU* tersebut.
- b) *Memori* (Penyimpanan)
Fungsi *memori* dalam mikrokontroler sama dengan mikroprosesor. *Memori* ini digunakan untuk menyimpan data dan program. Sebuah mikrokontroler biasanya memiliki sejumlah *RAM* dan *ROM* (EEPROM, EPROM dan lain-lainnya) atau *memori flash* untuk menyimpan kode sumber program (*source code program*).
- c) *Port Input / Output paralel*
Port Input / Output paralel digunakan untuk mendorong atau menghubungkan berbagai perangkat seperti LCD, LED, printer, *memori* dan perangkat *Input/Output* lainnya ke mikrokontroler.
- d) *Port Serial*
Port serial menyediakan berbagai antarmuka serial antara mikrokontroler dan *periferal* lain seperti *port paralel*.
- e) Pengatur Waktu dan Penghitung (*Timer* dan *Counter*)
Timer dan *Counter* adalah salah satu fungsi yang sangat berguna dari Mikrokontroler. Mikrokontroler mungkin memiliki lebih dari satu *timer* dan *counter*. Pengatur waktu (*Timer*) dan Penghitung (*Counter*) menyediakan semua fungsi pengaturan waktu dan penghitungan di dalam mikrokontroler. Operasi utama yang dilakukan di bagian ini adalah fungsi jam, *modulasi*,

pembangkitan *pulsa*, pengukuran *frekuensi*, *osilasi*, dan lain sebagainya. Bagian ini juga dapat digunakan untuk menghitung *pulsa eksternal*.

- f) *Analog to Digital Converter* atau Pengonversi Analog ke Digital (ADC)
Konverter ADC digunakan untuk mengubah sinyal *analog* ke bentuk *digital*. Sinyal *input* dalam *konverter* ini harus dalam bentuk *analog* (misalnya *output* dari sensor) sedangkan *outputnya* dalam bentuk *digital*. *Output* digital dapat digunakan untuk berbagai *aplikasi* digital seperti layar *digital* pada Perangkat pengukuran.
- g) *Digital to Analog Converter* atau Pengonversi Digital ke Analog (DAC)
DAC melakukan operasi pembalikan *konversi* ADC. DAC mengubah sinyal *digital* menjadi format *analog*. Ini biasanya digunakan untuk mengendalikan perangkat *analog* seperti motor DC dan lain sebagainya.
- h) *Kontrol Interupsi (Interrupt Control)*
Kontrol interupsi atau *Interrupt Control* digunakan untuk menyediakan *interupsi* (penundaan) untuk program kerja. *Interrupt* dapat berupa *eksternal* (diaktifkan dengan menggunakan pin *interrupt*) atau *internal* (dengan menggunakan instruksi *interupsi* selama pemrograman).
- i) Blok Fungsi Khusus (*Special Functioning Block*)
Beberapa Mikrokontroler yang hanya dapat digunakan untuk beberapa aplikasi khusus (misalnya sistem Robotik), pengontrol ini memiliki beberapa *port* tambahan untuk melakukan operasi khusus tersebut yang umumnya dinamakan dengan Blok Fungsi Khusus.

2.2.7 Arduino

1) Pengenalan

Arduino uno adalah sebuah board mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin *input/output* yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*, 6 *analog input*, *crystal osilator* 16 MHz, koneksi *USB*, *jack power*, kepala *ICSP*, dan tombol *reset*. Arduino mampu *men-support* mikrokontroler; dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB. (Djuandi Feri, 2011).

Menurut Artanto, kelebihan arduino dari *platform hardware* mikrokontroler lain adalah:

1. IDE Arduino merupakan *multiplatform*, yang dapat dijalankan di berbagai sistem operasi, seperti Windows, Macintosh dan Linux.
2. IDE Arduino dibuat berdasarkan pada IDE *Processing*, yang sederhana sehingga mudah digunakan.
3. Pemrograman arduino menggunakan kabel yang terhubung dengan *port USB*, bukan *port serial*. Fitur ini berguna karena banyak komputer yang sekarang ini tidak memiliki *port serial*.

Arduino adalah *hardware* dan *software open source* pembaca bisa *download software* dan gambar rangkaian arduino tanpa harus membayar ke pembuat arduino. Biaya *hardware* cukup murah, sehingga tidak terlalu menakutkan membuat kesalahan. Proyek arduino ini dikembangkan dalam lingkungan pendidikan sehingga bagi pemula akan cepat dan mudah mempelajarinya. Memiliki begitu banyak pengguna dan komunitas di internet dapat membantu setiap kesulitan yang dihadapi.

2) *Hardware*

Papan Arduino merupakan papan mikrokontroler yang berukuran kecil atau dapat diartikan juga dengan suatu rangkaian berukuran kecil yang didalamnya terdapat komputer berbentuk suatu chip yang kecil. Gambar arduino ditunjukkan pada gambar 18, sebagai berikut:



Gambar 18. Arduino

Pada *hardware* arduino terdiri dari 20 pin yang meliputi:

- a) 14 pin *IO Digital* (pin 0–13) Sejumlah pin *digital* dengan nomor 0–13 yang dapat dijadikan *input* atau *output* yang diatur dengan cara membuat program IDE.
- b) 6 pin *input Analog* (pin 0–5) Sejumlah pin *analog* bernomor 0–5 yang dapat digunakan untuk membaca nilai *input* yang memiliki nilai *analog* dan mengubahnya ke dalam angka antara 0 dan 123.
- c) 6 pin *output Analog* (pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11) Sejumlah pin yang sebenarnya merupakan pin *digital* tetapi sejumlah pin tersebut dapat diprogram kembali menjadi pin *output analog* dengan cara membuat programnya pada IDE.

Papan Arduino Uno dapat mengambil daya dari USB port pada komputer dengan menggunakan *USB charger* atau dapat pula mengambil daya dengan menggunakan suatu *AC adapter* dengan tegangan 9 volt. Jika tidak terdapat power 10 *supply* yang melalui *AC adapter*, maka papan Arduino akan mengambil daya dari *USB port*. Tetapi apabila diberikan daya melalui *AC adapter* secara bersamaan dengan *USB port* maka papan Arduino akan mengambil daya melalui *AC adapter* secara *otomatis*

3) *Software*

Software arduino yang digunakan adalah *driver* dan *IDE*, walaupun masih ada beberapa *software* lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. *IDE* atau *Integrated Development Environment* suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. *IDE* arduino merupakan *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan *java*. *IDE* arduino terdiri dari:

1. *Editor Program*

Sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*

2. *Compiler*
Sebuah modul yang mengubah kode program menjadi kode biner bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa processing.
3. *Uploader*
Sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam *memory* di dalam papan arduino.

2.3 Penelitian Terdahulu

1. Nama Penulis : Ardi Hasrudianto
Judul : “Rancang Bangun Sistem Penghitung Jumlah Uang Kertas Pada Brankas Berbasis Arduino Uno”
Tahun : 2020
Isi : Penggunaan brankas merupakan salah satu langkah yang paling aman untuk menyimpan uang di rumah. Tetapi seiring dengan perkembangan zaman, brankas telah terintegrasi dengan teknologi modern Peralatan ini mengadopsi prinsip kerja Anjungan Tunai Mandiri (ATM) setor tunai dengan bentuk yang lebih kecil. Pengembangan brankas dengan sistem yang dapat mengetahui jumlah nominal uang yang tersimpan dalam penyimpanan merupakan salah satu hal yang dianggap penting. Sehingga diperlukan teknologi yang dapat membaca nominal uang sebelum disimpan pada brankas. Pada beberapa penelitian yang telah dilakukan, pembacaan nominal uang kertas dilakukan dengan menggunakan sensor warna TCS3200. Pemanfaatan sensor ini digunakan sebagai alat bantu bagi tunanetra dalam mengetahui nominal uang. Sehingga pada penelitian ini akan dirancang sebuah sistem yang dapat menghitung jumlah nominal uang yang dimasukkan pada brankas. Sistem akan terintegrasi dengan perangkat mikrokontroler. Sistem ini bekerja dengan membaca nominal yang ada pada mata uang yang dimasukkan ke dalam alat. Sensor warna TCS3200 akan mengenali nominal mata uang berdasarkan karakteristik warna pada setiap mata uang. Proses training karakteristik warna RGB untuk setiap mata uang dilakukan dengan menggunakan beberapa uang yang berbeda dengan nominal yang sama. Proses ini dilakukan untuk mengetahui nilai R, G, B pada masing-masing mata uang. Lembaran uang kertas yang dimasukkan ke dalam peralatan akan ditarik dengan menggunakan Motor DC. Hasil pembacaan warna akan diproses pada perangkat mikrokontroler Arduino Uno untuk menentukan nominal uang dan jumlah uang. Lembaran uang kertas akan diteruskan ke tempat penyimpanan sesuai dengan nominal mata uang. Setiap nominal mata uang mempunyai tempat penyimpanan yang berbeda. Tempat penyimpanan uang digerakkan dengan menggunakan Motor Stepper. Tampilan berupa Liquid Crystal Display (LCD) akan memberikan informasi terkait dengan jumlah nominal uang yang ada pada peralatan.
2. Nama Penulis : Ivan Ade Syahruli
Judul : “Rancang Bangun Kotak Amal Penghitung Uang Otomatis Dengan Sensor TCS (Sensor Warna) Menggunakan Metode Counter”
Tahun : 2022
Isi : Setiap masjid dan musollah yang tersebar di Indonesia biasanya minimal memiliki 2 kotak amal yang diletak di halaman masjid dan satunya lagi didalam

masjid. Kotak amal adalah sebuah alat yang mempermudah untuk mengumpulkan uang infaq ataupun sedekah dari masyarakat yang berguna untuk memakmurkan masjid. Setiap masjid yang tersebar diseluruh kota-kota sampai pelosok desa tentunya tidak terlepas dengan manajemen. Masjid harus memiliki sebuah manajemen yang baik, agar pengelolaan dana tersebut mampu meningkatkan kualitas serta kinerja organisasi masjid. Namun terkadang kita kesulitan dalam proses menghitung jumlah uang yang ada didalam kotak amal, biasanya kotak tersebut digembok dan harus dibuka untuk memulai menghitung isi yang ada didalam kotak amal tersebut. Sehingga dalam proses penghitungan uang memakan waktu lama. Maka dari itu, banyak hal yang dapat diubah dalam sistem manajemen pengolahan dana masjid tersebut. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan sistem pengidentifikasian warna pada mata uang yang diletakkan di dalam kotak amal. Perancangan alat kotak amal ini menggunakan Arduino Uno. Arduino sendiri adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang didalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Arduino adalah sebuah board mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu men-support mikrokontroler; dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB. Sebagai pengendali sistem, alat sensor yang digunakan adalah sensor TCS yang berfungsi mendeteksi uang yang masuk berdasarkan warna agar nominalnya dapat terhitung dan terlihat pada layar LCD. Salah satu teknik yang digunakan adalah teknik counter, sedikit penjelasan tentang teknik counter adalah sebuah sebagai penghitung angka secara cepat dan berulang-ulang untuk menjumlah nominal uang yang akan dimasukkan ke dalam kotak amal.

3. Nama Penulis : Slamet Indrianto

Judul : “Pemilah dan Penghitung Uang Logam Berdasarkan Diameter Menggunakan Sensor TCRT5000”

Tahun : 2020

Isi : Uang logam Rupiah biasanya terbuat dari bahan alumunium atau nikel. Setiap kepingnya memiliki tekstur tertentu pada sisi uang untuk membedakan tiap pecahan. Di Indonesia terdapat 4 jenis uang logam yang beredar saati ini, yaitu pecahan Rp. 100, 200, 500 dan 1000 rupiah. Uang logam jika dalam jumlah banyak dan bercampur akan merepotkan jika harus dipisahkan dan dihitung satu demi satu. Untuk itu diperlukan suatu alat yang dapat berfungsi untuk memilah dan sekaligus menghitung jumlah uang logam. Pemilahan uang logam yang ada berdasarkan diameter dari masing-masing uang logam, dan sensor digunakan untuk menghitung berapa nominal yang sudah tertampung dalam wadah yang disediakan. Hasil pengujian didapatkan dari 100 kali percobaan uang logam Rp.100 rupiah terdapat 2 percobaan tidak terdeteksi oleh sensor. Pengujian uang logam Rp200 rupiah terdapat juga 2 kali percobaan tidak tereteksi oleh sensor. Pengujian uang logam Rp.500 rupiah dan Rp.1000 rupiah tidak ada kegagalan pendeteksian ataupun penyortiran. Jadi, dari pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi pendeteksian uang logam Rp.100 dan Rp.200 rupiah sebesar 98%, dan

pendeteksi uang logam Rp.500 dan Rp.1000 rupiah memiliki tingkat akurasi sebesar 100%. Dari sisi penyortiran, semua koin yang diuji bisa masuk ke dalam wadah sesuai dengan diameter dan nominal, sehingga tingkat akurasi penyortiran semua uang logam memiliki tingkat akurasi 100%.

4. Nama Penulis : Widi Juniarti Setiawan

Judul : “Prototipe Cscm (Coin Sorting And Counting Machine) Berbasis Arduino Uno R3 Studi Kasus : Koperasi Melati”

Tahun : 2020

Isi : Transaksi yang menggunakan uang koin biasanya membutuhkan waktu yang lebih lama dan tingkat kerumitan yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan uang kertas biasa. Sebab lebih banyaknya elemen yang dihitung. Bahkan sering sekali terjadi kesalahan dalam penghitungan dan penyortiran uang koin tersebut. Dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler, yaitu menggabungkan Arduino dengan Sensor Infrared, Motor Servo, Motor DC, LCD 20 x 4, I2C, dan Keypad 4x4 nantinya akan menjadi CSCM (Coin Sorting and Counting Machine) yang dapat menghitung dan menyortir uang koin secara otomatis. Hasil penghitungan dan penyortiran uang koin akan ditampilkan pada LCD.

Pada penelitian ini diharapkan dapat membantu transaksi menggunakan uang koin menjadi lebih cepat dan mudah sehingga waktu dan tenaga yang digunakan lebih sedikit. Serta mengurangi tingkat kesalahan dalam penghitungan dan penyortiran uang koin.

5. Nama Penulis : Anisa Harum Widiah

Judul : “Penggunaan Algoritma Color-Based Filtering Sebagai Pendeteksi Nominal Pada Uang Kertas”

Tahun : 2021

Isi : Berdasarkan informasi dari laman liputan6.com pada tahun 2017 tentang bagaimana tuna netra berhasil membedakan nilai nominal uang kertas. Yaitu bahwa pada uang kertas mempunyai embosse kecil yang berbeda ditiap nominal dan dapat diraba dengan jari. Bagi penyandang disabilitas tuna netra cara tersebut masih memiliki kekurangan diantaranya adalah tidak semua tuna netra mampu melakukan hal tersebut. Mengacu pada permasalahan tersebut, maka perlu dirancang suatu alat bantu sederhana bagi penyandang tuna netra berupa alat pendeteksi uang kertas. Untuk mengidentifikasi nilai nominal pada uang tersebut, beberapa metode telah digunakan seperti metode K-Nearest Neighbor yang dilakukan oleh Andhika Ryan Pratama pada tahun 2020 dan Nico Dian Nugraha dkk pada tahun 2021. Metode backpropagasi pada penelitian yang dilakukan oleh Gilang Kharisma dan Subhan KH.ST pada tahun 2014 dan Widdha Mellyssa pada tahun 2019. Maupun yang dilakukan oleh Asyra Rizki dkk pada 2010 dalam mengidentifikasi plat nomor kendaraan dengan metode Connected Components Analysis. Pada penelitian ini, algoritma tahun color based filtering digunakan dalam mengidentifikasi nominal pada alat yang akan dibuat. Metode ini sudah tertanam pada sebuah kamera Pixy2 CMUcam5. Pixy2 menggunakan algoritma ini untuk mendeteksi objek. Metode pemfilteran berbasis warna sangat populer karena cepat, efisien, dan relatif kuat. Sebagian besar dari kita sudah familiar dengan RGB (merah, hijau, dan biru) untuk merepresentasikan warna. Pixy menghitung warna (hue). dan saturasi setiap piksel RGB dari sensor gambar dan menggunakannya sebagai

parameter penyaringan utama. Rona suatu objek sebagian besar tetap tidak berubah dengan perubahan pencahayaan dan eksposur. Perubahan dalam pencahayaan dan eksposur dapat menimbulkan efek frustrasi pada algoritma penyaringan warna, menyebabkannya rusak. Algoritme pemfilteran Pixy sangat kuat dalam hal perubahan pencahayaan dan eksposur. Pixy2 CMUcam5 merupakan penyempurnaan dari pixy1 yaitu dengan kecepatan lebih tinggi dengan fitur lebih yang banyak. Sama halnya seperti versi sebelumnya, yaitu dapat dengan mudah —mengajarkan|| pixy2 untuk mengenali suatu objek ,baik dari warna maupun bentuknya.

Adapun perbandingan antara penulis dengan peneliti terdahulu tentang sistem informasi. Tabel perbandingan antara penulis dan peneliti terdahulu ditunjukkan pada tabel 4, sebagai berikut:

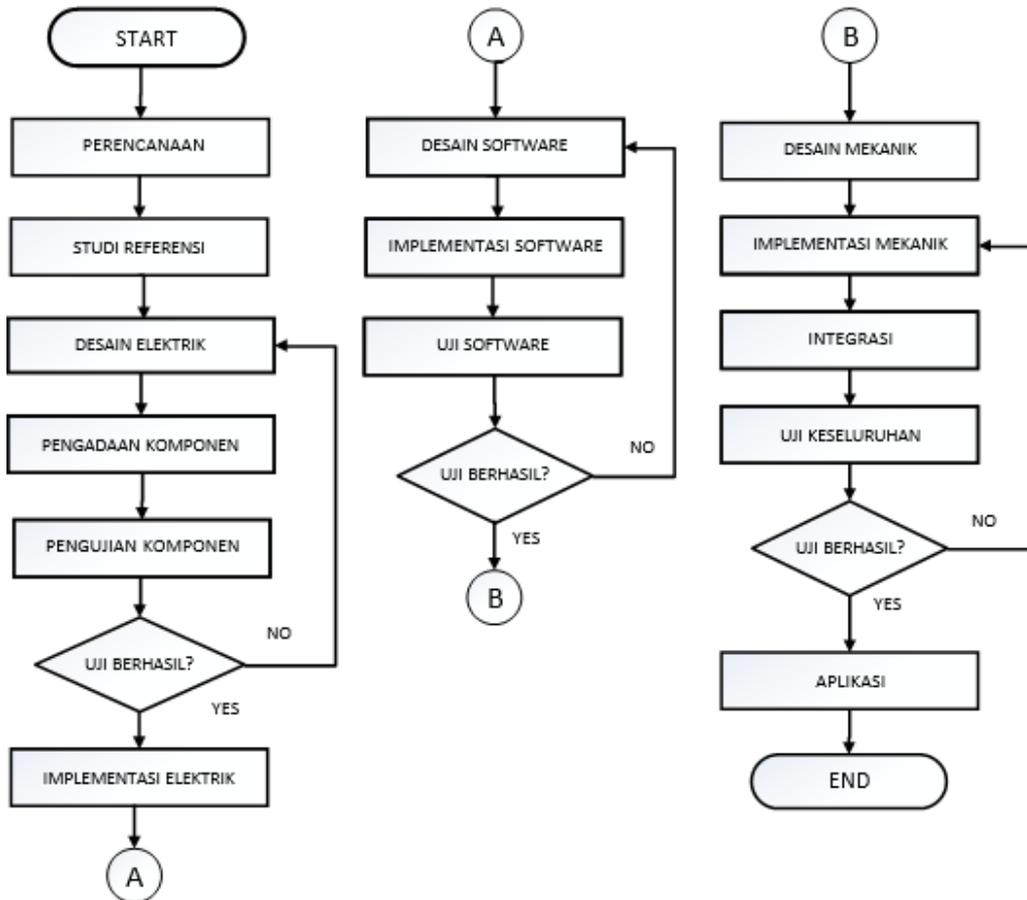
Tabel 4. Perbandingan

No	Nama	Mikrokontroler		Input					Output	
		Arduino Nano	Ardu ino Uno	IR	TCS 230	TCS 3200	Kamera Pixy2	TCRT 5000	L C D	Speaker
1	Ardi Hasrudi anto, 2020		√	√		√			√	
2	Ivan Ade Syahruli , 2022		√			√			√	
3	Slamet Indriant o, 2020		√					√	√	
4	Widi Juniarti Setiawa n, 2019		√	√					√	
5	Anisa Harum Widiah, 2021	√			√	√	√			√

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Bab ini akan menjelaskan langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan dalam membangun dan merancang alat penghitung uang kertas *otomatis* berdasarkan warna seperti pada gambar 19, sebagai berikut:



Gambar 19. *Hardware Programming*

3.1.1 Perencanaan Proyek Penelitian (*Project Planning*)

Dalam perencanaan proyek penelitian, terdapat beberapa hal penting yang perlu ditentukan dan dipertimbangkan, antara lain:

1. Kerangka awal penelitian
2. Estimasi kebutuhan alat dan bahan
3. Estimasi anggaran, dan
4. Kemungkinan penerapan dari *aplikasi* yang akan dirancang.

3.1.2 Studi Referensi

Penelitian awal dari aplikasi yang akan dibuat, mulai dari pemilihan dan pengetesan komponen (alat dan bahan) yang akan digunakan, kemungkinan rancangan awal dan akhir yaitu “Alat Hitung Jumlah Uang Kertas Menggunakan Sensor TCS230”.

3.1.3 Desain Elektrik (Electrical Design)

Dalam desain *system* listrik terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain:

1. Sumber catu daya (Seperti baterai atau rectifier)
2. Kontroler yang akan digunakan
3. Desain *driver* untuk pendukung *aplikasi*
4. Pengetesan sistem listrik yang telah dirancang

3.1.4 Pengadaan Komponen

Pengadaan komponen dilakukan untuk memperoleh ketersediaan komponen-komponen yang diperlukan.

3.1.5 Pengujian Komponen

Pada tahap ini dilakukan pengujian komponen yang akan digunakan pada alat penghitung uang *otomatis*, dalam pengetesan komponen dilakukan pengetesan alat terhadap fungsi kerja, berdasarkan kebutuhan dari aplikasi yang sudah didesain.

3.1.6 Implementasi Elektrik

Implementasi Elektrik dilakukan dengan merangkai semua bahan komponen yang dibutuhkan menjadi satu rangkaian *prototype* siap uji.

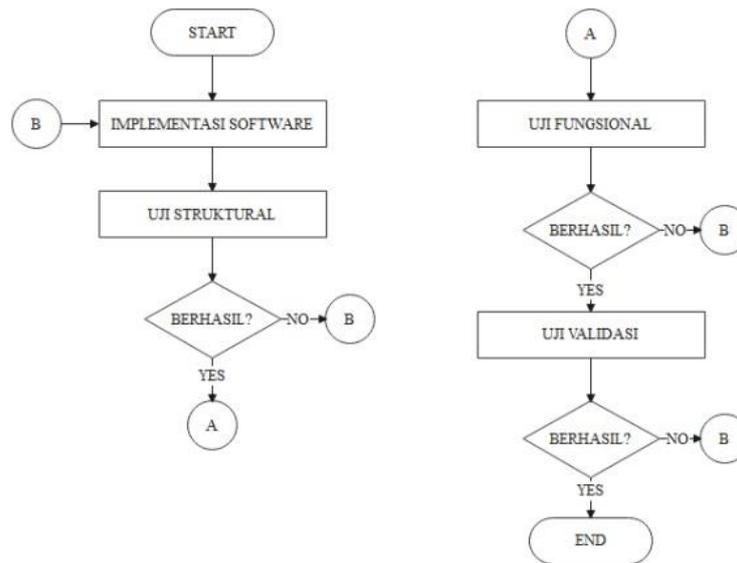
3.1.7 Desain Software (Software Design)

Dalam proses ini, perangkat lunak yang dibutuhkan dalam arduino IDE, *MS Office*, *Visio* dan *Frizting*.

3.1.8 Implementasi Software

Aplikasi yang digunakan untuk implementasi *Software* menggunakan aplikasi Arduino IDE untuk koding *prototype*.

3.1.9 Uji Software



Gambar 20. Flowchart Uji Perangkat Lunak (Software)

Pada Gambar 20 setelah dilakukan implementasi *software* ada setidaknya 3 uji yang dilakukan yaitu uji struktural, uji fungsional dan uji validasi.

- a. Uji struktural dengan menguji struktur penulisan program sudah sesuai terstruktur dengan baik sesuai yang diharapkan atau tidak. Uji struktural adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui apakah sistem *software* yang dibuat sesuai dengan perancangan.
- b. Uji fungsional adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui apakah implementasi *software* yang sudah dapat berfungsi dengan baik.
- c. Uji validasi adalah uji coba dengan tujuan untuk mengetahui cara kerja dan fungsi apakah dapat berjalan dengan baik sesuai kalibrasi maupun perhitungan yang sudah diterapkan

3.1.10 Desain Sistem Mekanik (Mechanical Design)

Tahapan desain mekanik dilihat dari tahapan sebelumnya komponen atau kebutuhan alat yang telah tersedia akan dilihat dari segi ukuran dan bentuk. Kemudian dari penempatan komponen atau kebutuhan harus diperhatikan dan dipertimbangkan. Pada umumnya tahapan desain mekanik ini untuk perencanaan atau perancangan alat yang akan dibuat agar terlihat lebih rapih dan tidak terjadi kerusakan atau *error* pada komponen

3.1.11 Implementasi Mekanik

Implementasi Mekanik yaitu tahap dilakukannya pertimbangan kebutuhan sistem yang dibuat terhadap desain mekanik, diantaranya;

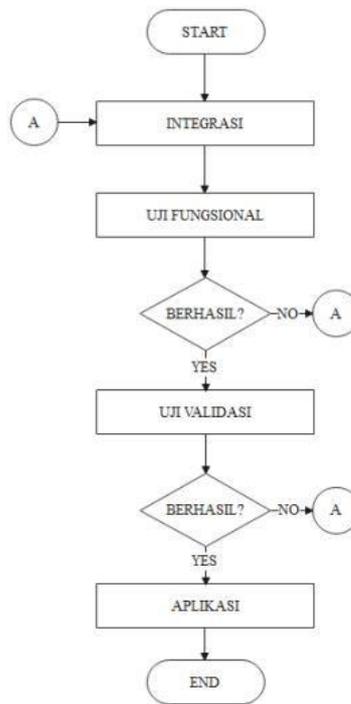
1. Bentuk dan ukuran PCB (*Printed Circuit Board*)
2. Dimensi dan massa keseluruhan *system*
3. Penempatan modul-modul elektronik
4. Pengetesan *system* mekanik yang telah dirancang

3.1.12 Integrasi atau Perakitan (Integration)

Modul listrik yang telah di *integrasi* dengan *software* di dalam kontrolernya, kemudian *diintegrasi* dalam *struktur mekanik* yang telah dirancang, lalu dilakukan tes fungsional keseluruhan sistem.

3.1.13 Uji Keseluruhan

Pada tahap ini dilakukan pengetesan fungsi dari keseluruhan sistem apakah sistem tersebut sudah sesuai dengan ketentuan yang diharapkan, dapat dilihat pada gambar 21, sebagai berikut:



Gambar 21. Flowchar Uji Keseluruhan

3.1.14 Aplikasi

Aplikasi untuk meningkatkan performa dari *aplikasi* yang telah dirancang. Optimasi ditekankan pada desain mekanik agar penggunaan lebih maksimal serta optimal.

3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Oktober s.d bulan Desember 2022. Penelitian ini dilaksanakan di Jl.Cimacan, No.69, Desa Sindanglaya, Kecamatan Cipanas, Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Sebelum membuat sistem alat penghitung uang kertas otomatis, ada beberapa peralatan yang harus disiapkan. Alat akan ditunjukkan pada tabel 5, sebagai berikut:

Tabel 5. Alat

No	Nama Alat	Spesifikasi	Fungsi	Jumlah
1	Laptop	Windows 10 64 bit	Digunakam untuk membuat aplikasi yang akan digunakan di perangkat keras dan perangkat lunak	1
2	Obeng	Obeng + dan -	Digunakan untuk merangkai alat	1
3	Glu Gun	-	Digunakan sebagai pelek	1
4	Kayu	-	Digunakan sebagai penahan semua komponen	1
5	Baut	-	Digunakan sebagai pengencang penyangga komponen	8

3.3.2 Bahan

Sebelum membuat sistem alat penghitung uang kertas otomatis, ada beberapa bahan yang harus disiapkan. Bahan akan ditunjukkan pada tabel 6, sebagai berikut:

Tabel 6. Bahan

No	Nama Alat	Spesifikasi	Fungsi	Jumlah
1	Arduino Uno	ATmega 328	Sebagai proses perintah yang akan di jalankan	1
2	Sensor Warna	-	Untuk membaca nilai RGB	1
3	Sensor Infra Red	-	Digunakan sebagai inputan ketika ada objek	1
4	Motor Servo	-	Digunakan sebagai penggerak roller untuk memutar uang	1
5	LCD 16X2	-	Digunakan sebagai display hasil pembacaan sensor	1

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

4.1 Tahap Proses Perencanaan

4.1.1 Perencanaan

Tahap perencanaan ini merupakan proses awal dari penelitian dengan judul “Alat Hitung Jumlah Uang Kertas Menggunakan Sensor TCS230” dalam menentukan konsep awal hingga kebutuhan untuk membuat sistem berdasarkan metode penelitian yang digunakan termasuk estimasi komponen yang dibutuhkan.

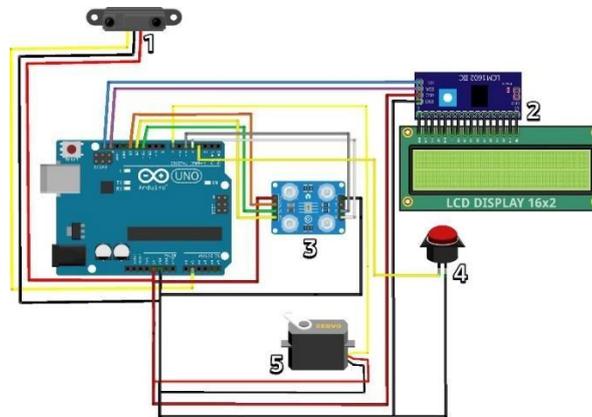
4.1.2 Studi Referensi

Setelah perencanaan sistem telah siap, dilanjutkan dengan penelitian awal dari sistem yang akan di buat. Pada tahap penelitian dilakukan perancangan awal rangkaian mekanik untuk memastikan bahwa semua komponen dapat berjalan dengan optimal. Alat ini menggunakan servo untuk mendorong uang mendekati sensor warna TCS230 dan sensor inframerah, yang dikendalikan oleh Arduino uno yang saling terhubung dan menghasilkan *output* sesuai dengan apa yang diharapkan.

4.2 Tahap Proses Perancangan

4.2.1 Desain Sistem Listrik

Desain *system* listrik merupakan desain penyatu atau *integrasi* seluruh komponen yang ada pada alat penghitung uang dalam bentuk pola skematik menggunakan perangkat lunak. Gambar desain *system* listrik ditunjukkan pada gambar 22, sebagai berikut:



Gambar 22. Desain Sistem Listrik

Pada gambar diatas menunjukkan:

Sensor Inframerah ditunjukkan pada nomor 1:

1. Kabel Merah (VCC) dihubungkan pada pin 5V
2. Kabel Hitam (GND) dihubungkan dengan pin GND
3. Kabel Kuning (OUT) dihubungkan dengan pin A1

LCD 16x2 ditunjukkan pada nomor 2:

1. Kabel Merah (VCC) dihubungkan pada pin 5V
2. Kabel Hitam (GND) dihubungkan pada pin GND
3. Kabel Ungu (SDA) dihubungkan dengan pin SDA

4. Kabel Biru (SCL) dihubungkan dengan pin SCL
- Sensor Warna TCS230 ditunjukkan pada nomor 3:
1. Kabel Merah (VCC) dihubungkan pada pin 5V
 2. Kabel Hitam (GND) dihubungkan pada pin GND
 3. Kabel Abu - Abu (S0) dihubungkan dengan pin 4
 4. Kabel Putih (S1) dihubungkan dengan pin 5
 5. Kabel Kuning (S2) dihubungkan dengan pin 11
 6. Kabel Hijau (S3) dihubungkan dengan pin 12
 7. Kabel Orange (OUT) dihubungkan dengan pin 13
- Tombol Button ditunjukkan pada nomor 4:
1. Kabel Hitam (GND) dihubungkan pada pin GND
 2. Kabel Brown (OUT) dihubungkan dengan pin 3
- Motor Servo ditunjukkan pada nomor 5:
1. Kabel Merah (VCC) dihubungkan pada pin 5V
 2. Kabel Hitam (GND) dihubungkan dengan pin GND
 3. Kabel Kuning (OUT) dihubungkan dengan pin 7

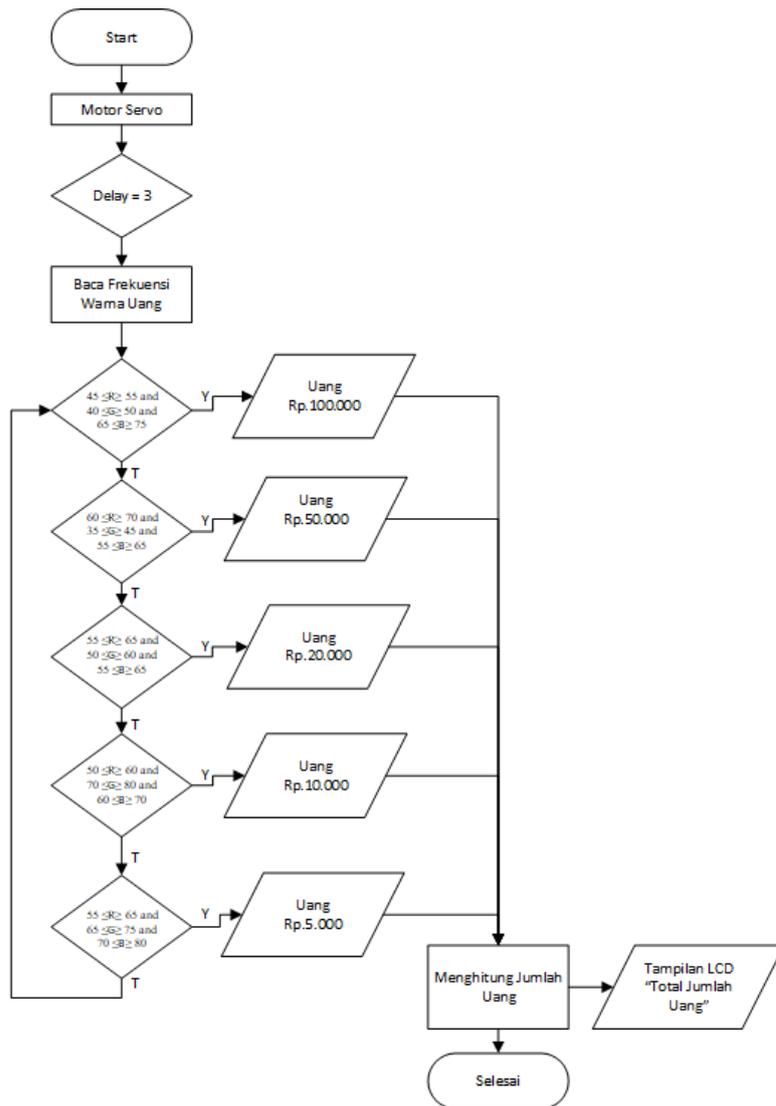
4.2.2 Pengadaan Komponen

Komponen yang digunakan sebagai berikut:

- a. Motor Servo
- b. Sensor Warna TCS230
- c. Sensor Inframerah
- d. *Push Button*
- e. LCD 16X2

4.2.3 Desain Software

Sistem Kerja Alat dapat dilihat pada *flowchart* di bawah pada gambar 23, sebagai berikut:



Gambar 23. Flowchart

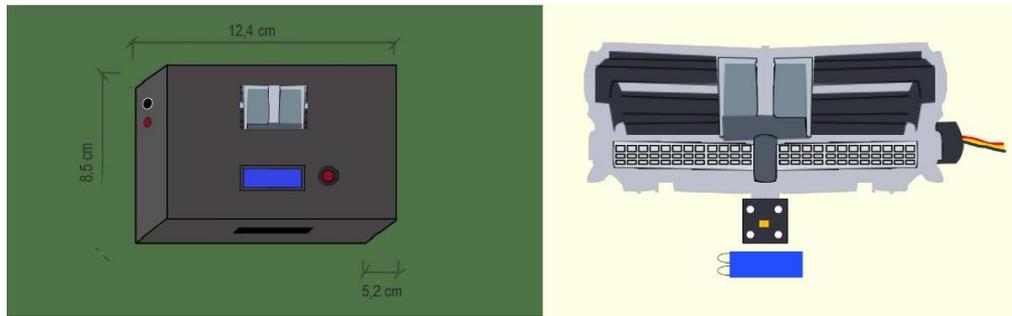
Penjelasan *flowchart system* di atas dimulai ketika motor servo berputar selama 3 detik dan sensor warna akan membaca frekuensi warna uang, lalu sensor warna akan membaca nilai frekuensi uang dimulai dari uang Rp.100.000 sampai dengan Rp.5.000, ketika ada salah satu nilai frekuensi uang yang terbaca maka sensor inframerah akan menghitung hasil jumlah uang seluruhnya.

4.2.4 Desain Mekanik

Dalam perancangan perangkat keras, desain mekanik merupakan hal yang penting yang harus dipertimbangkan. Pada umumnya kebutuhan aplikasi terhadap desain mekanik antara lain:

- Kontroller yang harus digunakan.
- Desain *driver* untuk pendukung *aplikasi*.
- Desain sistem kontrol yang akan diterapkan.
- Pengetesan sistem listrik yang telah dirancang.

Dibawah ini merupakan gambar desain mekanik, ditunjukkan pada gambar 24, sebagai berikut:



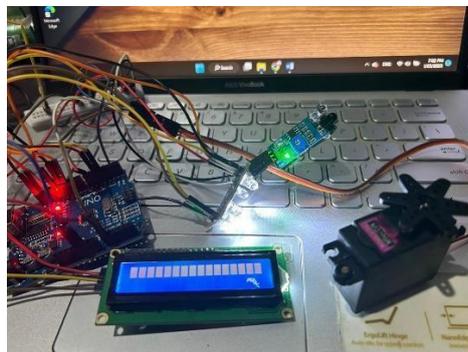
Gambar 24. Desain Mekanik

Pada gambar kiri untuk desain model *prototype* tampak depan terdapat lubang untuk memasukkan uang, LCD 16x2 untuk menampilkan data dan tombol *push button* untuk mengaktifkan motor servo, tampak kiri lubang kecil pada untuk menghubungkan dengan daya dan *push button* untuk menyalakan dan mematikan alat. Lalu untuk gambar sebelah kanan merupakan desain model *prototype* bagian dalam, terdapat motor servo, sensor TCS230, dan juga sensor inframerah.

4.3 Tahap Proses Implementasi

4.3.1 Implementasi Elektrik

Implementasi Elektrik dilakukan dengan merangkai semua bahan komponen yang dibutuhkan menjadi satu rangkaian *prototype* siap uji. Gambar implementasi elektrik ditunjukkan pada gambar 25, sebagai berikut:



Gambar 25. Implementasi Elektrik

4.3.2 Implementasi Software

Aplikasi yang digunakan untuk implementasi *Software* menggunakan aplikasi Arduino IDE untuk koding *prototype*. Gambar implementasi *software* ditunjukkan pada gambar 26, sebagai berikut:

```

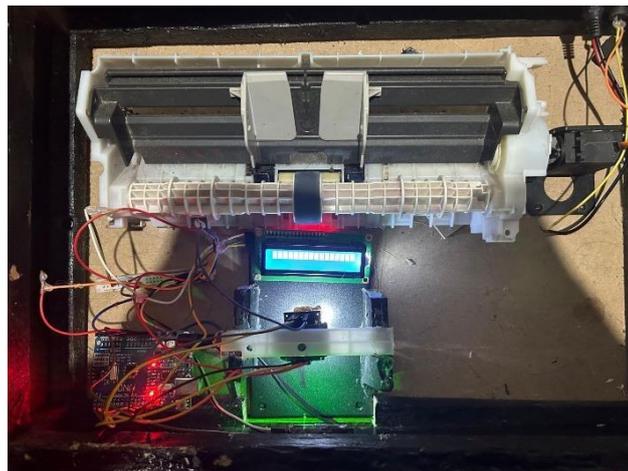
1 int Output = 13;
2 unsigned int frequency = 0;
3 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
4
5 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
6
7 int blueI;
8 int redI;
9 int greenI;
10 int a = 0, b = 0, c = 0, d = 0, e = 0;
11 int total = 50;
12 Servo myservo;
13
14 void setup()
15 {
16   Serial.begin(9600);
17   lcd.begin();
18   lcd.setCursor(0, 0);
19   lcd.print(" Alat Hitung ");
20   lcd.setCursor(0, 1);
21   lcd.print(" Uang ");
22   delay(2000);
23
24   lcd.clear();
25

```

Gambar 26. Implementasi Software

4.3.3 Implementasi Mekanik

Implementasi Mekanik yaitu tahap dilakukannya pertimbangan kebutuhan sistem yang dibuat terhadap desain mekanik. Gambar implementasi mekanik ditunjukkan pada gambar 27, sebagai berikut:



Gambar 27. Implementasi Mekanik

4.3.4 Hasil Perancangan Alat

1. Motor Servo digunakan untuk mendorong uang mendekati sensor warna dan sensor inframerah
2. Sensor Warna TCS230 digunakan untuk mendeteksi warna pada uang yang sudah diatur sehingga sensor akan sama mendeteksi warnanya
3. Sensor Inframerah digunakan sebagai pendeteksi uang dan menghitung nominal jumlah uang
4. LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan data hasil jumlah uang

4.3.5 Optimasi

Setelah semua pengujian telah dilakukan serta beberapa proses telah dilalui dari mulai tahap mikrokontroler, komponen dasar sampai pengujian komponen dan pengolahan data hasil pengukuran alat. Semua pengujian secara umum sistem dapat

berjalan dengan baik dengan hasil pembacaan sensor masih memiliki nilai selisih *error* namun bernilai kecil sehingga pengukuran mendekati nilai akurat.

4.3.6 Aplikasi

Tahap akhir akan didapat output hasil total jumlah nominal yang yang telah dihitung.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian “Alat Hitung Jumlah Uang Kertas Menggunakan Sensor TCS230” sebelumnya telah dijelaskan proses perancangan. Diimplementasikan dengan menggunakan modul-modul elektronik yang berukuran kecil sehingga dalam penempatan komponen elektronik tidak banyak memakan tempat. Bagian pada alat penghitung uang otomatis ini menggunakan motor servo, sensor warna TCS230, sensor inframerah dan LCD 16X2. Gambar alat ditunjukkan pada gambar 28, sebagai berikut:

5.2 Pembahasan

5.2.1 Pengujian Struktural

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui apakah jalur pada rangkaian sudah terhubung dengan benar sehingga sistem dapat berfungsi dengan baik. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengetes jalur-jalur rangkaian menggunakan multimeter. Tabel pengujian struktural ditunjukkan pada tabel 7, sebagai berikut:

Tabel 7. Pengujian Struktural

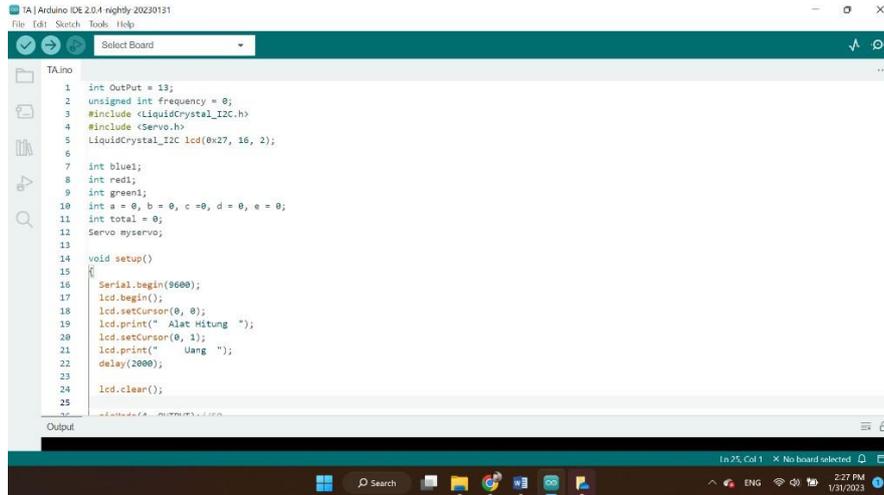
No	Komponen Sisitem	Terhubung Dengan	Keterangan
1.	Motor Servo	Pin 7, Gnd, Vcc	Terhubung
	Sensor Warna TCS230	Pin 4, 5, 11, 12, 13, Vcc, Gnd	Terhubung
	Sensor Inframerah	Pin A0, Vcc, Gnd	Terhubung
	<i>Button</i>	Pin 3, Gnd	Terhubung
	LCD 16X2	Pin SDA, SCL, Vcc, Gnd	Terhubung

5.2.2 Uji Coba Fungsional

Uji coba fungsional dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat dapat berjalan dengan baik. Pada tahap ini dilakukan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui alat dan sensor dapat berfungsi.

5.2.2.1 Pengujian Arduino Uno

Pada pengujian arduino uno dilakukan dengan cara menghubungkan *port* usb pada arduino ke PC. Kemudian *upload* koding program yang sudah dibuat. Gambar pengujian arduino ditunjukkan pada gambar 28, sebagai berikut:



Gambar 28. Pengujian Arduino

5.2.2.2 Pengujian Motor Servo

Pada pengujian Motor Servo dilakukan dengan cara memberikan tegangan 5V. Setelah itu *output* tegangan dicek pada pin yang dihubungkan dengan *positif* dan pin *GND*. Tabel pengujian motor servo ditunjukkan pada tabel 8, sebagai berikut:

Tabel 8. Pengujian Motor Servo

Uji Coba	Intruksi Sudut	Lebar Pulsa (second)	Sudut Motor Servo	Kondisi
1	90°	3s	120°	Bergerak
2	180°	6s	240°	Bergerak
3	360°	9s	360°	Bergerak

5.2.2.3 Pengujian Sensor Warna TCS230

Pada pengujian Sensor Warna TCS230 dilakukan dengan cara membaca warna pada uang, yang nantinya warna tersebut akan diubah menjadi frekuensi nilai *red*, *green*, *blue* (*RGB*). Tabel pengujian sensor warna ditunjukkan pada tabel 9, sebagai berikut:

Tabel 9. Pengujian Sensor Warna

No	Patokan nilai		Keterangan
1	<i>Red</i>	45-55	Uang Rp.100.000
	<i>Green</i>	40-50	
	<i>Blue</i>	65-75	
2	<i>Red</i>	60-70	Uang Rp.50.000
	<i>Green</i>	35-45	
	<i>Blue</i>	55-65	
3	<i>Red</i>	55-65	Uang Rp.20.000
	<i>Green</i>	50-60	
	<i>Blue</i>	55-65	
4	<i>Red</i>	50-60	Uang Rp.10.000
	<i>Green</i>	70-80	
	<i>Blue</i>	60-70	
5	<i>Red</i>	55-65	Uang Rp.5.000
	<i>Green</i>	65-75	
	<i>Blue</i>	70-80	

5.2.2.4 Pengujian Sensor Inframerah

Pengujian sensor inframerah dilakukan dengan cara memberikan halangan berupa benda dan diukur menggunakan alat pengukur, sensor inframerah diberikan tegangan 5V dan di tes menggunakan arduino uno serta menggunakan serial monitor Arduino IDE. Tabel pengujian motor servo ditunjukkan pada tabel 10, sebagai berikut:

Tabel 10. Pengujian Sensor Inframerah

No	Jarak Uang	Nilai Pembacaan Sensor	Keterangan
1	4 cm	5 cm	Berfungsi
4	6 cm	7 cm	Berfungsi

Dari hasil uji coba yang dilakukan menggunakan 2 jarak uang sebagai bahan yang akan di uji yaitu (jarak 4cm, dan 6cm). Dari kedua jarak uang tersebut sensor inframerah dapat membaca nilai jarak pada uang yang diletakan di depan sensor. Meski tidak menunjukkan nilai sensor yang sama dengan jarak uang yang sudah di ukur menggunakan alat ukur tetapi sensor inframerah mampu menghasilkan pembacaan nilai jarak uang yang mendekati nilai jarak aslinya.

5.2.3 Uji Coba Validasi

Tahap uji coba validasi dilakukan dengan cara menguji di khawatirkan terjadi kesalahan yang terdapat pada komponen-komponen yang diimplementasikan pada loker penyimpanan. Tabel uji coba validasi ditunjukkan pada tabel 11, sebagai berikut:

Tabel 11. Uji Coba Validasi

No	Nominal	Hasil Pengujian		Status Sensor Inframerah	Keterangan
1	Rp.100.000	<i>Red</i>	45-55	<i>High</i>	Menghitung
		<i>Green</i>	40-50		
		<i>Blue</i>	65-75		
2	Rp.50.000	<i>Red</i>	60-70	<i>High</i>	Menghitung
		<i>Green</i>	35-45		
		<i>Blue</i>	55-65		
3	Rp.20.000	<i>Red</i>	55-65	<i>High</i>	Menghitung
		<i>Green</i>	50-60		
		<i>Blue</i>	55-65		
4	Rp.10.000	<i>Red</i>	50-60	<i>High</i>	Menghitung
		<i>Green</i>	70-80		
		<i>Blue</i>	60-70		
5	Rp.5.000	<i>Red</i>	55-65	<i>High</i>	Menghitung
		<i>Green</i>	65-75		
		<i>Blue</i>	70-80		

Pada tahap uji coba validasi ini, dimana dari hasil tabel diatas dapat disimpulkan bahwa setiap nominal uang mulai dari Rp.100.000 sampai dengan Rp.5.000 memiliki nilai *red*, *green*, *blue* (*RGB*) yang berbeda. Dan pada saat inframerah mendeteksi uang maka akan memberikan nilai 1 (*High*), lalu akan menghitung jumlah nominal uang.

5.3 Pengujian Keseluruhan Sistem

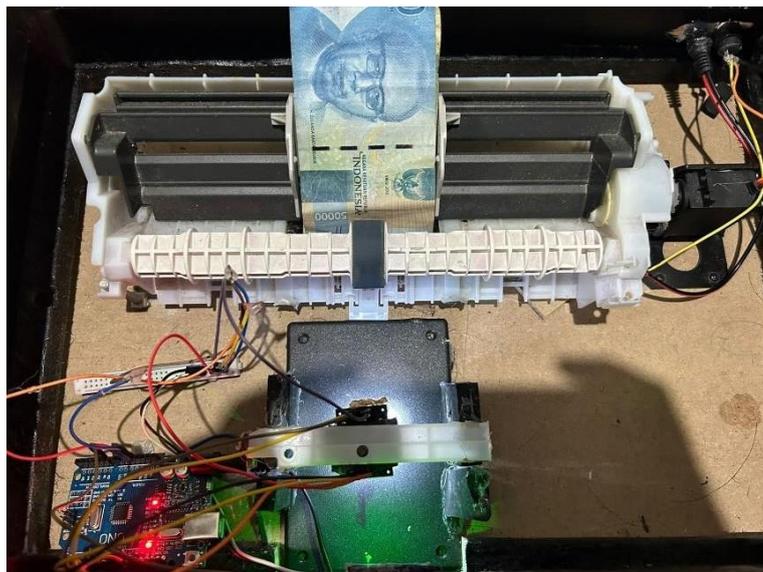
Setelah beberapa rangkaian telah melewati proses pengujian pada setiap komponen maka tahap selanjutnya akan dilakukan pengujian keseluruhan pada sistem yang dibuat. Adapun beberapa pengujian yang dilakukan pada sistem keseluruhan antara lain:

1. Pengujian alat hitung jumlah uang dilakukan pada saat sistem diaktifkan dan semua komponen yang digunakan berfungsi sesuai yang dibutuhkan. Gambar tampilan alat ditunjukkan pada gambar 29, sebagai berikut:



Gambar 29. Tampilan Alat

2. Dilakukan pengujian dengan contoh menggunakan uang nominal Rp.50.000, Pada tahap pertama memasukan uang ketempat yang sudah dipersiapkan, lalu menekan tombol *push button* untuk memutar roller selama 3 detik, supaya uang mendekati sensor warna dan sensor inframerah. Gambar pengujian tahap 1 ditunjukkan pada gambar 30, sebagai berikut:



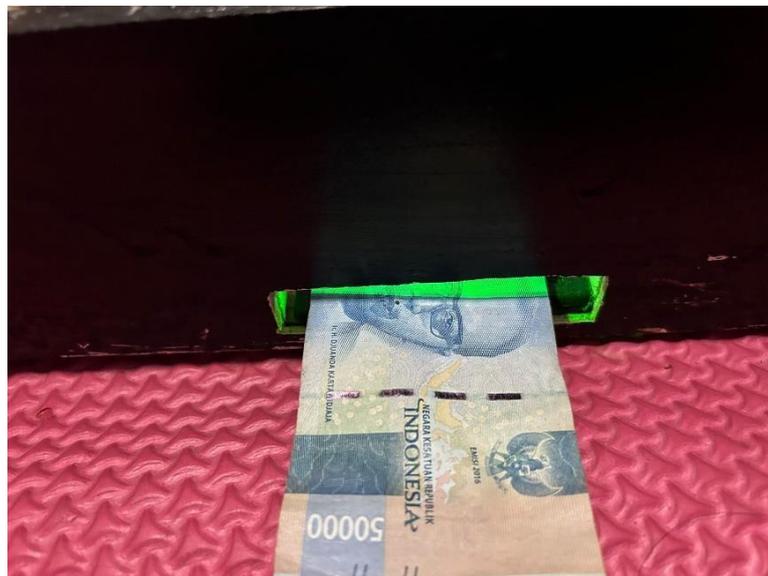
Gambar 30. Pengujian Tahap 1

3. Kemudian setelah uang mendekati sensor warna, maka sensor warna akan mengidentifikasi warna dengan cara membaca nilai *red*, *green*, *blue* yang sudah diprogram pada *software* arduino IDE, kemudian sensor inframerah akan mendeteksi keberadaan uang dan akan menghitung hasil jumlah uang yang nantinya akan ditampilkan kedalam LCD 16X2 sebagai *output*. Gambar pengujian tahap 2 ditunjukkan pada gambar 31, sebagai berikut:



Gambar 31. Pengujian Tahap 2

4. Setelah uang selesai, maka uang akan keluar melewati lubang. Gambar pengujian tahap 3 ditunjukkan pada gambar 32, sebagai berikut:



Gambar 32. Pengujian Tahap 3

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Bank desa merupakan sebuah lembaga yang berpondasi dari pelaksanaan Badan Usaha Milik Desa (BUMDES) untuk memberikan fasilitas simpan pinjam bagi nasabah di daerah perdesaan. Salah satu cara untuk mempercepat proses kerja dari bank desa yaitu dengan tersedianya alat penghitung uang *otomatis*. Kelebihan alat penghitung uang otomatis dibandingkan dengan alat yang ada sekarang ini, alat tersebut dapat membaca nominal uang Rp.5.000 sampai dengan uang nominal Rp.100.000 dan tidak perlu lagi untuk memisahkan jenis nominal uang yang akan dihitung sebelum dimasukkan pada alat penghitung.

Alat ini menggunakan beberapa komponen seperti, arduino uno sebagai mikrokontroler, motor servo digunakan untuk memutar roller yang akan mendorong uang mendekati sensor warna dan inframerah, sensor warna TCS230 digunakan untuk membaca nilai *RGB* dari setiap nominal uang, sensor inframerah bekerja untuk mendeteksi keberadaan uang dan melakukan perhitungan ketika ada uang yang telah sesuai dengan nilai *RGB*, dan LCD 16x2 sebagai *output* dari hasil jumlah nominal uang.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil dari pembahasan dan kesimpulan, alat ini masih terdapat kekurangan sehingga perlu diadakanya pengembangan, alat ini dapat dipadukan dengan sensor *ultraviolet* agar didapatkan hasil pembacaan *error* yang lebih kecil serta dapat mendeteksi keaslian uang. Dan dapat dikembangkan dengan menambahkan sensor suara yang dapat membantu mengenali nominal uang dan jumlah uang untuk penyandang tunanetra.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Faudin. (2018, January 5). *Cara mengakses module sensor warna TCS230 menggunakan Arduino*. Nyebarilmu. <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-module-sensor-warna-tcs230-menggunakan-arduino/>
- Agus Purnama. (2022). *Infra Red (IR) Detektor (Sensor Infra Merah)*. Elektronika-Dasar.web.id.<https://elektronika-dasar.web.id/infra-red-ir-detektor-sensor-infra-merah/>
- Ahmad. (2021, Mei 18). *Pengertian Uang Fungsi, Ragam, dan Teori Nilai Uang- Gramedia Literasi*. Gramedia Literasi.<https://www.gramedia.com/literasi/uang/>
- Anisa Harumwidiah, Dewantoro, T., Lince Markis, & Dedi Wahyu Ashari. (2021). Penggunaan Algoritma Color-Based Filtering Sebagai Pendeteksi Nominal Pada Uang Kertas. *Jurnal JEETech*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.48056/jeetech.v2i1.1>
- Ardi Hasrudianto. (2022). Rancang Bangun Sistem Penghitung Jumlah Uang Kertas pada Brankas Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Mosfet*, 2(1), 15–19. <https://www.jurnal.umpar.ac.id/index.php/jmosfet/article/view/1571>
- Asmarita, M. (2019). Perancangan Alat Pendeteksi Nominal Uang Kertas Menggunakan Sensor TCS230 Berbasis Arduino. *Usu.ac.id*. <http://repositouri.usu.ac.id/handle/123456789/21211>
- Fitriani, D. (2018). MESIN KELASIFIKASI UANG KERTAS RUPIAH BERDASARKAN WARNA DAN PENGHITUNG NOMINAL UANG KERTAS RUPIAH - Repository Institut Informatika dan Bisnis Darmajaya. *Darmajaya.ac.id*. <http://repo.darmajaya.ac.id/1540/1/SKRIPSI%20FULL.pdf>
- Galih Azk. (2023, January 24). *√ Pengertian Adaptor, Jenis, Fungsi & Komponennya*. WikiElektronika.com. <https://wikielektronika.com/adaptor-adalah/>
- IDMETAFORA. (2014, April 19). *Jasa pembuatan website Yogyakarta - Web Developer Indonesia*. Idmetafora.com; IDMETAFORA. <https://idmetafora.com/news/read/1363/Mengenal-Pengertian-LCD-Sejarah-dan-Cara-Kerja-LCD.html>
- Indriyanto, S. (2020). Pemilah dan Penghitung Uang Logam Berdasarkan Diameter Menggunakan Sensor TCRT5000. *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, 2(1), 08-15. <https://doi.org/10.20895/jtece.v2i1.111>
- Kho, D. (2020, April). *Pengertian Mikrokontroler (Microcontroller) dan Strukturnya*. Teknik Elektronika. <https://teknikelektronika.com/pengertian-mikrokontroler-microcontroller-struktur-mikrokontroler/>

- Nasution, Firli Friskila. (2020). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Nominal Uang Kertas Untuk Penyandang Tuna Netra Berbasis Mikrokontroler Atmega 328. *Usu.ac.id*. <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/28232>
- Online Podomoro University. (2020, July 20). *Jenis-jenis Arduino*. Where Future Entrepreneurs Begin; Where Future Entrepreneurs Begin. <https://podomorouniversity.ac.id/jenis-jenis-arduino/>
- Safitri. (2022, February 4). *Radar Jember | JawaPos*. Radarjember.jawapos.com; Radar Jember. <https://radarjember.jawapos.com/opini/04/02/2022/inovasi-bank-bank-desa-solusi-tepat-terhindar-jerat-rentenir-4-0/>
- Santoso, H. (n.d.). *Buku Arduino Bahasa Indonesia versi PDF*. Elang Sakti. Retrieved March 7, 2023, from <https://www.elangsakti.com/2017/10/buku-arduino.html>
- Suheri, A., & Setiawan, W. J. (2020). Prototipe Cscm (Coin Sorting And Counting Machine) Berbasis Arduino Uno R3 Studi Kasus : Koperasi Melati. *Media Jurnal Informatika*, 11(1), 1. <https://doi.org/10.35194/mji.v11i1.882>
- Syahruli, I. A., Prayudha, J., & Ramadhan, M. (2022). Rancang Bangun Kotak Amal Penghitung Uang Otomatis Dengan Sensor TCS (Sensor Warna) Menggunakan Metode Counter. *Jurnal Sistem Komputer Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, 1(5), 168-178
- Trikueni Dermanto. (2014, March 19). *Pengertian dan Prinsip Kerja Motor Servo*. Desain Sistem Kontrol. <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html>

LAMPIRAN

Lampiran 1 - SK Tugas Akhir



YAYASAN PAKUAN SILIWANGI
Universitas Pakuan
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Reputasi, Mandiri & Berkontribusi Dalam Bidang MPPIA

**KEPUTUSAN DEKAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
No.: 4456/D/FMIPA/XII/2022**

T E N T A N G

**PENGANGKATAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
PADA PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN**

**DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN,**

- Menimbang** : a. bahwa setiap mahasiswa tingkat akhir Program Strata Satu (S1) harus melaksanakan Tugas Akhir sebagaimana tercantum di dalam kurikulum setiap Program Studi di lingkungan Fakultas MIPA Universitas Pakuan.
b. bahwa untuk pelaksanaan Tugas Akhir diperlukan pengawasan dari pembimbing.
c. bahwa sehubungan dengan point a dan b di atas perlu dituangkan dalam suatu Keputusan Dekan.
- Mengingat** : 1. Undang-undang RI No.: 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.
2. Peraturan Pemerintah No.: 60 Tahun 1999 tentang Pendidikan Tinggi.
3. Statuta Universitas Pakuan Tahun 2019.
4. Surat Keputusan Rektor Nomor: 35/KEP/REK/VIII/2020 tanggal 03 Agustus 2020 tentang Pemberhentian Dekan dan Wakil Dekan Masa Bakti 2015-2020 serta Pengangkatan Dekan dan Wakil Dekan Masa Bakti 2020-2025 di lingkungan Universitas Pakuan.
5. Ketentuan Akademik yang tercantum dalam Buku Panduan Studi Fakultas MIPA, Universitas Pakuan Tahun 2021.
- Memperhatikan** : Usulan dari Ketua Program Studi Ilmu Komputer FMIPA UNPAK.

M E M U T U S K A N

- Menetapkan** :
Pertama : Mengangkat pembimbing yang namanya tersebut di bawah ini :
1. Pembimbing Utama : Dr. Andi Chairunnas, S.Kom., M.Pd., M.Kom.
2. Pembimbing Pendamping : Ariès Maesya, S.Kom., M.Kom.

Untuk membimbing dalam rangka melaksanakan tugas akhir bagi mahasiswa :
Nama : Muhamad Fathan Hadi
NPM : 065118061
Program Studi : Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Alat Hitung Jumlah Uang Kertas Menggunakan Sensor TCS230

Jl. Pakuan P.O. Box 451, Bogor 16143, Telp./Fas. 0251) 8375547
Website : <https://fmipa.unpak.ac.id>

- Kedua : Kepada para pembimbing diharapkan dapat menjalankan tugasnya sebagai pembimbing dengan sebaik-baiknya.
- Ketiga : Dalam waktu 1 (satu) bulan setelah diterbitkannya SK ini, mahasiswa wajib melaksanakan Seminar Rencana Penelitian yang diselenggarakan oleh Program Studi Ilmu Komputer dengan dihadiri oleh Pembimbing dan Penguji.
- Keempat : Dana untuk honorarium pembimbing dibebankan kepada mahasiswa yang ketentuannya diatur oleh Fakultas MIPA.
- Kelima : Surat Keputusan ini berlaku untuk jangka waktu 1 (satu) tahun sejak tanggal ditetapkan sampai dengan mahasiswa tersebut Lulus Sidang/Ujian Skripsi, dengan ketentuan akan diadakan perubahan/perbaikan sebagaimana mestinya bila dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam penetapannya.

Ditetapkan di : Bogor
Pada tanggal : 12 Desember 2022

Dekan,



Asip Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D.

Tembusan :

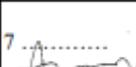
1. Yth. Ketua Program Studi Ilmu Komputer;
2. Yth. Dr. Anli Chairimas, S.Kom., M.Pd., M.Kom.;
3. Yth. Aries Maesya, S.Kom., M.Kom.;
4. Arsip.

Lampiran 2 - Kartu Bimbingan Seminar Proposal

Kartu Bimbingan Mahasiswa Program Studi Ilmu Komputer FMIPA - UNPAK

Nama Mahasiswa : Muhamad Farhan Hadi
 NPM : 065118061
 Judul Skripsi : Alat Hitung Jumlah Uang Menggunakan Sensor TCS230

Pembimbing Utama : Dr. Andi Chairunnas, S.Kom., M.Pd., M.Kom.
 Pembimbing Pendamping : Aries Maesya, S.Kom., M.Kom.

No.	Hari, tanggal	Catatan	Tanda Tangan	
			Pembimbing Utama	Pembimbing Pendamping
1.	Senin, 7 Maret 2022	Mengajukan judul dan topik penelitian	1 	
2.	Selasa, 8 Maret 2022	Mengajukan judul dan topik penelitian		2 
3.	Senin, 4 April 2022	Membuat draft BAB I – BAB II	3 	
4.	Selasa, 5 April 2022	Membuat draft BAB I – BAB III		4 
5.	Selasa, 3 Mei 2022	Bimbingan BAB I s.d BAB III, revisi format penulisan dan perbandingan penelitian	5 	
6.	Senin, 23 Mei 2022	Bimbingan BAB III, revisi tujuan penelitian dan ringkasan penelitian pada tabel penelitian terdahulu		6 
7.	Rabu, 15 juni 2022	Menyelesaikan revisi BAB III (Siap maju sidang proposal)	7 	
8.	Senin, 20 Juni 2022	Bimbingan kata pengantar s.d BAB IV, revisi format penulisan BAB III		8 
9.	Selasa, 28 Juni 2022	Menyelesaikan revisi format penulisan BAB III	9 	
10.	Rabu, 29 Juni 2022	Menyelesaikan revisi format penulisan kata pengantar		10 
11.			11	
12.				12

Bogor, 20.....

Mengetahui,
 Program Studi Ilmu Komputer
 FMIPA – UNPAK
 Ketua,



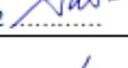
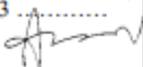
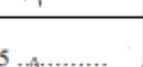
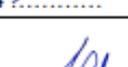
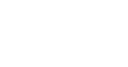
Arie Qur'ania, M.Kom.

Lampiran 3 - Kartu Bimbingan Seminar Hasil

Kartu Bimbingan Mahasiswa Program Studi Ilmu Komputer FMIPA - UNPAK

Nama Mahasiswa : Muhamad Farhan Hadi
 NPM : 065118061
 Judul Skripsi : Alat Hitung Jumlah Uang Menggunakan Sensor TCS230

Pembimbing Utama : Dr. Andi Chairunnas, S.Kom., M.Pd., M.Kom.
 Pembimbing Pendamping : Aries Maesya, S.Kom., M.Kom.

No.	Hari, tanggal	Catatan	Tanda Tangan	
			Pembimbing Utama	Pembimbing Pendamping
1.	Senin, 26 September 2022	Bimbingan BAB IV, dan revisi skripsi serta persiapan penelitian	1 	
2.	Selasa, 27 September 2022	Bimbingan BAB IV, dan revisi skripsi serta persiapan penelitian	2 	2 
3.	Senin, 3 Oktober 2022	Membuat draft BAB I – BAB VI	3 	
4.	Selasa, 4 Oktober 2022	Membuat draft BAB I – BAB VI	4 	4 
5.	Senin, 10 Oktober 2022	Menyelesaikan revisi BAB III – BAB VI	5 	
6.	Selasa, 11 Oktober 2022	Menyelesaikan revisi BAB III – BAB VI	6 	6 
7.	Senin, 24 Oktober 2022	Silahkan maju sidang hasil penelitian	7 	
8.	Selasa, 25 Oktober 2022	Menyelesaikan revisi BAB III – BAB VI dan power point	8 	8 
9.			9	
10.				10
11.			11	
12.				12

Bogor, 20.....

Mengetahui,
 Program Studi Ilmu Komputer
 FMIPA – UNPAK
 Ketua,



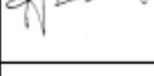
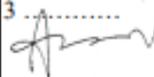
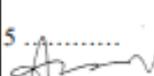
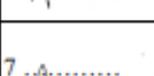
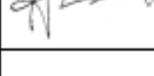
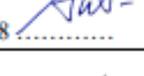
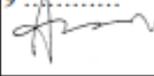
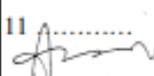
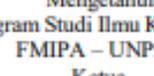
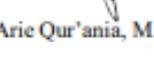
Arie Qur'ania, M.Kom.

Lampiran 4 - Kartu Bimbingan Skripsi

Kartu Bimbingan Mahasiswa Program Studi Ilmu Komputer FMIPA - UNPAK

Nama Mahasiswa : Muhamad Farhan Hadi
 NPM : 065118061
 Judul Skripsi : Alat Hitung Jumlah Uang Menggunakan Sensor TCS230

Pembimbing Utama : Dr. Andi Chairunnas, S.Kom., M.Pd., M.Kom.
 Pembimbing Pendamping : Aries Maesya, S.Kom., M.Kom.

No.	Hari, tanggal	Catatan	Tanda Tangan	
			Pembimbing Utama	Pembimbing Pendamping
1.	Senin, 26 September 2022	Bimbingan BAB IV, dan revisi skripsi serta persiapan penelitian	1 	
2.	Selasa, 27 September 2022	Bimbingan BAB IV, dan revisi skripsi serta persiapan penelitian	2 	2 
3.	Senin, 3 Oktober 2022	Membuat draft BAB I – BAB VI	3 	
4.	Selasa, 4 Oktober 2022	Membuat draft BAB I – BAB VI	4 	4 
5.	Senin, 10 Oktober 2022	Menyelesaikan revisi BAB III – BAB VI	5 	
6.	Selasa, 11 Oktober 2022	Menyelesaikan revisi BAB III – BAB VI	6 	6 
7.	Senin, 24 Oktober 2022	Silahkan maju sidang hasil penelitian	7 	
8.	Selasa, 25 Oktober 2022	Menyelesaikan revisi BAB III – BAB VI dan power point	8 	8 
9.	Senin, 5 Desember 2022	Revisi BAB V tentang hasil dan pembahasan	9 	
10.	Selasa, 20 Desember 2022	Silahkan maju sidang skripsi	10 	10 
11.	Senin, 26 Desember 2022	Menyelesaikan revisi laporan skripsi	11 	
12.	Selasa, 27 Desember 2022	Menyelesaikan revisi laporan skripsi	12 	12 

Bogor, 20.....

Mengetahui,
 Program Studi Ilmu Komputer
 FMIPA – UNPAK
 Ketua,



Arie Qur'ania, M.Kom.