

SKRIPSI

RANCANG BANGUN *MULTIPLE QR CODE SCANNER* BERBASIS RASPBERRY PI

Oleh
Jordi Ferdiano
0651 16 252



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

SKRIPSI

RANCANG BANGUN *MULTIPLE QR CODE SCANNER* BERBASIS RASPBERRY PI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana Komputer Jurusan Ilmu Komputer

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Oleh

Jordi Ferdiano

0651 16 252



PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PAKUAN

BOGOR

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Rancang Bangun *Multiple QR Code Scanner* Berbasis Raspberry Pi
Nama : Jordi Ferdiano
NPM : 0651 16 252

Mengesahkan,

Pembimbing Pendamping

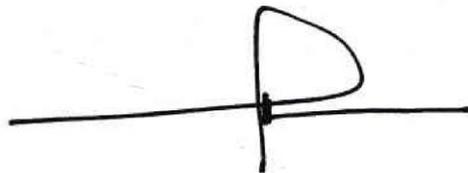
Program Studi Ilmu Komputer
FMIPA – UNPAK



Mohamad Iqbal, M.Kom.

Pembimbing Utama

Program Studi Ilmu Komputer
FMIPA - UNPAK



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

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

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

Sejauh 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 dimana sumber informasinya dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.

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



PERNYATAAN PELIMPAHAN SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama :Jordi Ferdiano
NPM :065116252
Judul Skripsi :Rancang Bangun *Multiple QR Code Scanner*
Berbasis Raspberry Pi

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, Juli 2023



Jordi Ferdiano

065116252

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Kota Jakarta pada tanggal 19 Februari 1998 sebagai anak terakhir dari tiga bersaudara. Penulis memulai pendidikan di Sekolah Dasar Menteng 02 Jakarta dan pindah ke Sekolah Dasar Batutulis 2 Bogor, pendidikan Sekolah Menengah Pertama Ananda Bogor, pendidikan Sekolah Menengah Atas SMAN 7 Bogor. Penulis meneruskan pendidikan ke Universitas Pakuan Bogor pada tahun 2016, Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Selama di Universitas Pakuan, penulis mendapat banyak pengalaman coding serta desain dari pelajaran yang diberikan. Serta mendapatkan wawasan dan juga ilmu untuk melatih softskill sehingga dapat menyelesaikan penelitian dengan judul “Rancang Bangun Multiple QR Code Scanner Berbasis Raspberri Pi”.

RINGKASAN

Permasalahan Penggunaan *QR Code* yang sudah marak di kehidupan sehari – hari dimana *QR Code* sudah masuk menjadi salah satu alat ataupun objek yang diterima dan digunakan oleh masyarakat. Lebih tepatnya pada pemukiman dengan perekonomian menengah dan keatas menjadi salah satu tempat dimana penggunaan *QR Code* sering digunakan. *QR Code* merupakan jenis matriks kode dua dimensi yang dikembangkan oleh perusahaan Jepang, Denso Wave, pada tahun 1994. *QR Code* dirancang untuk menyimpan informasi dalam bentuk grafis dua dimensi dan dapat dengan mudah dibaca oleh perangkat pemindai kode QR atau aplikasi kamera ponsel cerdas. *QR Code* tidak dapat dibaca oleh mata manusia dikarenakan dicoding dalam bentuk gambar 2 dimensi seperti barcode. Dengan hasil yang telah di dapat, dapat dijelaskan bahwa *QR Code* mempermudah masyarakat melakukan transaksi uang, pembelian, pembayaran, identifikasi identitas dan semacam-nya.

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Tuhan yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, penulis panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian ini yang berjudul "Rancang Bangun *Multiple QR Code Scanner* Berbasis Raspberry Pi".

Laporan hasil penelitian judul ini dibuat untuk salah satu syarat memperoleh gelar sarjana di Program Studi Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan Bogor. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D. selaku Pembimbing Utama, yang telah memberikan pengarahan dan petunjuk dalam penulisan proposal penelitian ini.
2. Mohamad Iqbal, M.Kom. selaku Pembimbing Pendamping, yang telah membimbing dan memberikan masukan dalam penulisan hasil penelitian ini serta banyak memberikan dukungan moril dan motivasi kepada penulis..
3. Arie Qur'ania, M.Kom., selaku Ketua Program Studi Ilmu Komputer.
4. Kedua orang tua serta kakak yang senantiasa membantu dan mendoakan setiap langkah penulis.
5. Teman-teman angkatan 2016 sebagai keluarga kedua bagi penulis yang telah memberikan semangat dan motivasinya yang luar biasa yang sangat membantu dalam pembuatan skripsi penelitian ini.
6. Kerabat – kerabat terdekat yang dalam proses penulisan hasil penelitian ini selalu memberikan motivasi dan doa.

Menyadari keterbatasan waktu dan kemampuan penulis dalam penulisan hasil penelitian ini, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bogor, Juli 2023

Jordi Ferdiano
0651 16 252

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS SKRIPSI	ii
PERNYATAAN PELIMPAHAN SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Ruang Lingkup	4
1.4 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.1.1 QR Code (Quick Response Code).....	5
2.1.2 Bagian – Bagian <i>QR Code</i>	5
2.1.3 Jenis – Jenis Quick Response Code	8
2.1.4 QR Code Generator.....	9
2.1.5 Mikrokontroller	9
2.1.6 Raspberry Pi.....	10
2.1.7 Raspberry Pi Camera Board.....	11
2.1.8 OpenCV Library	12
2.2 Penelitian Terdahulu.....	12
2.3 Tabel Perbandingan Penelitian	15
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Metode Penelitian.....	16
3.1.1 Perencanaan Penelitian	16
3.1.2 Studi Referensi.....	17
3.1.3 Desain Elektrik	17
3.1.4 Pengadaan Komponen.....	17
3.1.5 Pengujian Komponen	17

3.1.6 Implementasi Elektrik.....	17
3.1.7 Desain Software.....	17
3.1.8 Implementasi Software.....	17
3.1.9 Uji Software.....	17
3.1.10 Desain Mekanik.....	18
3.1.11 Implementasi Mekanik.....	19
3.1.12 Integrasi.....	19
3.1.13 Uji Keseluruhan.....	19
3.1.14 Aplikasi.....	20
BAB IV PERENCANAAN DAN IMPLEMENTASI.....	21
4.1 Perencanaan Penelitian.....	21
4.2 Studi Referensi.....	22
4.3 Desain Elektrik.....	23
4.4 Pengadaan Komponen.....	23
4.5 Pengujian Komponen.....	24
4.5.1 Pengujian Komponen Raspberry Pi.....	24
4.5.2 Pengujian Komponen Modul Kamera IR 1080P.....	25
4.6 Implementasi Elektrik.....	25
4.7 Desain Software.....	25
4.8 Implementasi Software.....	27
4.9 Uji Software.....	27
4.9.1 Uji Struktural.....	27
4.9.2 Uji Fungsional.....	28
4.9.3 Uji Validasi.....	30
4.10 Desain Mekanik.....	30
4.11 Implementasi Mekanik.....	31
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
5.1 Integrasi.....	32
5.2 Uji Keseluruhan.....	33
5.2.1 Uji Fungsional.....	33
5.2.2 Uji Validasi.....	34
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
6.1 Kesimpulan.....	40
6.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Penanda Deteksi Pemosisian	6
Gambar 2. Penandaan Perataan.....	6
Gambar 3. Pola Pengaturan Waktu	6
Gambar 4. Informasi versi	7
Gambar 5. Format Informasi	7
Gambar 6. Kunci Koreksi Data dan Kesalahan.....	7
Gambar 7. Zona Tenang	8
Gambar 8. Raspberry Pi	10
Gambar 9. Port GPIO Raspberry Pi	11
Gambar 10. Program Python	11
Gambar 11. Camera Raspberry Pi	12
Gambar 12. OpenCV Library	12
Gambar 13. Metode Penelitian.....	16
Gambar 14. Uji Software.....	18
Gambar 15. Uji Keseluruhan	19
Gambar 16. Perencanaan Penelitian	21
Gambar 17. Desain Sistem Listrik	23
Gambar 18. Pengujian Komponen Raspberry Pi.....	24
Gambar 19. Pengujian Komponen Modul Kamera IR 1080P.....	25
Gambar 20. Flowchart Program Utama	26
Gambar 21. Uji Struktural GUI(Graphical User Interface).....	28
Gambar 22. Uji Struktural Script Python dengan Library OpenCV	28
Gambar 23. Uji Fungsional QR Code Static	29
Gambar 24. Uji Fungsional QR Code Dinamis.....	29
Gambar 25. Desain Sistem Mekanik	30
Gambar 26. Implementasi Mekanik	31
Gambar 27. Integrasi	32

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan Penelitian	15
Tabel 2. Pengadaan Komponen.....	24
Tabel 3. Pengujian Komponen Raspberry Pi	24
Tabel 4. Implementasi Elektrik	25
Tabel 5. Uji Validasi Perangkat Lunak	30
Tabel 6. Pengujian Fungsional Multiple QR Code Scanner	33
Tabel 7. Uji Validasi Jarak Scanning QR Code.....	34
Tabel 8. Uji Validasi Sudut Antara QR Code Scanner dan Citra QR Code	35
Tabel 9. Uji Validasi Intensitas Cahaya(Lux) Antara QR Code Scanner dan Citra QR Code.....	36
Tabel 10. Aplikasi Keseluruhan Sistem	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keterangan Pembimbing (1)	44
Lampiran 2. Surat Keterangan Pembimbing (2)	45

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

QR Code, juga dikenal sebagai Kode QR atau Kode Tanggap Cepat, adalah sebuah simbol dua dimensi yang pertama kali dikembangkan oleh perusahaan Jepang, Wave Denso Company. Kode QR memiliki bentuk matriks kode atau barcode dua dimensi. (Lonika dan Hariyanto, 2019) Saat ini, teknologi QR code telah menjadi sangat umum digunakan untuk mengidentifikasi dan mengenali berbagai produk, termasuk dalam sistem pembayaran online dan digital. Pemanfaatan fitur-fitur aplikasi pada ponsel pintar (smartphone) telah mengalami perkembangan pesat, termasuk untuk tujuan pemantauan dan pengendalian perangkat lainnya, seperti kendali robot menggunakan sensor accelerometer yang tersedia sebagai fitur pada *smartphone*.

Seiring berkembangnya teknologi, *QR code* telah menjadi populer dalam berbagai aplikasi lain seperti promosi produk, identifikasi, pembayaran tagihan listrik, pembayaran tagihan lainnya, dan pengisian pulsa. *QR code* menjadi solusi efektif karena manusia memiliki keterbatasan dalam mengenali informasi secara cepat secara lisan dan dalam menyimpan data informasi. *QR code* menggantikan proses manual dalam pembayaran digital menggunakan kartu, verifikasi tiket, dan sertifikat. Untuk membaca citra *QR code* yang dihasilkan secara acak oleh mesin, diperlukan pembacaan khusus. Upaya untuk meningkatkan kinerja visual *QR code* telah dilakukan dengan menerapkan teknologi halftone dan visual *cryptology*. Penggunaan *QR code* ini telah melengkapi aplikasi pemantauan dan otomatisasi lainnya, seperti sistem pintar berbasis digital dan pemanfaatan teknologi *bluetooth* (Susanto *et al.*, 2019).

Menurut penelitian terdahulu (Fauzi *et al.*, 2020) penelitian ini memungkinkan siswa untuk mencari tahu bagaimana mengembangkan perangkat lunak dan perangkat keras antarmuka input/output menggunakan beberapa peralatan seperti QR sistem, relay, Raspberry Pi dan Pi Camera yang berfungsi terutama dengan membaca kode QR oleh pemindai dan menangkap gambar menggunakan kamera Pi.

Karena tingkat adopsi kode QR yang tinggi di seluruh dunia, para peneliti telah berusaha untuk meningkatkan kode QR klasik dengan meningkatkan penampilannya agar lebih bermakna bagi persepsi manusia atau meningkatkan kemampuan mereka untuk menyimpan lebih banyak pesan. Dalam karya ini, kami mengusulkan kode QR gambar ganda yang bertujuan untuk meningkatkan kedua aspek sekaligus menjaga kemampuan pemindaian oleh pembaca kode QR standar (Kammason *et al.*, 2022).

Open Computer Vision (OpenCV) adalah sebuah pustaka sumber terbuka yang memiliki fokus utama pada pengolahan citra. Tujuannya adalah untuk memberikan kemampuan komputer dalam memproses visual dengan cara yang menyerupai kemampuan pengolahan visual pada manusia. OpenCV telah menyediakan berbagai algoritma dasar dalam bidang visi komputer yang sangat berguna. Selain itu, terdapat modul pendeteksian objek di dalam OpenCV yang menggunakan metode dari ilmu

computer vision. Dengan demikian, OpenCV menjadi sebuah alat yang sangat bermanfaat bagi para pengembang dan peneliti yang tertarik dalam pengolahan citra dan deteksi objek (Zulkhaidi, Maria dan Yulianto, 2020).

Sebelumnya telah dirancang sistem keamanan loker berbasis raspberry pi oleh (Christito Kharisma, 2020). Sistem alat ini terdiri dari tiga blok utama, yaitu blok masukan yang menggunakan QR Code, blok kendali dengan mikrokontroler Raspberry Pi, dan blok keluaran yang berfungsi sebagai set point dan solenoid. Setelah dilakukan serangkaian tes dan pengukuran, hasilnya menunjukkan bahwa sistem keamanan loker berbasis Quick Response Code (QR Code) dapat beroperasi sesuai dengan deskripsi yang telah ditetapkan. Alat ini memiliki kemampuan untuk membuka loker secara otomatis menggunakan QR Code dengan memanfaatkan jarak set point antara GPS dari smartphone dan modul GPS yang terpasang pada Raspberry Pi, serta berfungsi dengan baik.

Penelitian lainnya yang telah dilakukan (Himawan, Ramadan dan Yama, 2023) bertujuan untuk mengimplementasikan teknologi barcode menggunakan kamera Raspberry Pi untuk mengakses pintu ruangan. Sistem akses pintu ini dirancang dengan fungsi yang lebih otonom, terintegrasi, dan cerdas, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dari kunci pintar otomatis. Dalam penelitian ini, akan dikembangkan sebuah sistem kunci pintu yang aman dengan memanfaatkan teknologi Quick Response (QR) dan kamera Raspberry Pi. Sistem ini akan digunakan untuk mengakses ruang kelas di universitas, dan juga memungkinkan orang yang berwenang untuk memonitor siapa saja yang telah menggunakan akses pintu tersebut. Selain itu, sistem ini akan mencatat data dan melacak aktivitas masuk dan keluar saat pintu keamanan diakses, dan data tersebut akan tersimpan di server situs web.

Penelitian lainnya yang telah dilakukan (Akbar *et al.*, 2017) mengimplementasikan konsep smart shopping list dengan menggunakan barcode scanner berbasis komunikasi M2M. Dalam penelitian tersebut, mereka mengembangkan sistem untuk mendata barang belanjaan dengan menggunakan barcode scanner. Data barang belanjaan yang terkumpul akan diterima atau disimpan oleh Raspberry Pi dan ditampilkan di layar LCD. Selain itu, pengguna juga dapat melihat daftar barang belanjaan yang telah tersimpan melalui SMS dengan mengirimkan permintaan melalui handphone. Sistem tersebut juga dilengkapi dengan fungsi reminder yang akan memberitahu pengguna jika ada barang yang sudah melebihi minimum stok, dan reminder ini diimplementasikan dengan menggunakan GSM Shield SIM900.

Berdasarkan sistem yang telah dirancang sebelumnya maka penulis akan melakukan pengembangan alat berupa “Rancang Bangun *Multiple QR Code Scanner* Berbasis Raspberry Pi “. Mikrokontroler Raspberry Pi digunakan sebagai proses kontrol dengan menggunakan program python3 sebagai bahasa pemrograman, Pi kamera digunakan sebagai pemindai *QR Code* dengan menggunakan library OpenCV

untuk proses membaca, menampilkan dan menyimpan suatu objek *QR Code* secara *multiple*. Objek *QR Code* yang digunakan pada penelitian ini yaitu *QR Code Statis* yang tidak bisa di edit lagi ketika sudah dibuat, informasi yang ada tidak akan bisa diganti. Sedangkan *QR Code Dinamis* yaitu jenis kode yang bisa diperbarui, diedit dan dapat me-*link* ke sebuah URL atau situs.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat yang dapat membaca QR Code secara bersamaan dimana digunakan modul kamera dengan mikrokontroler Raspberri Pi sebagai inti untuk memindai dan *OpenCV* sebagai komponen yang akan membaca QR Code dengan melakukan pemrosesan atau pengolahan citra yang tertangkap oleh kamera. Dimana terbentuklah “Rancang Bangun *Multiple QR Code Scanner* Berbasis Raspberry Pi”.

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada :

1. Alat yang dirancang berupa *scanner* untuk memindai *QR code* menggunakan mikrokontroler Raspberry Pi sebagai proses sistem.
2. *Input* sensor menggunakan kamera yang berfungsi sebagai *scan* atau pemindai *QR code* yang diolah menggunakan *library OpenCV*.
3. Objek penelitian menggunakan *multiple QR code* statis berupa data informasi *wifi, plain text, Vcard* dan *email*, sedangkan *QR code* dinamis berupa data informasi situs web (URL), media sosial, file PDF.
4. Menghasilkan *output* data melalui aplikasi *OpenCV* serta *webserver* yang menampilkan data informasi dari hasil pemindaian *QR code*.

1.4 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Memberikan kemudahan dalam membaca atau mengetahui informasi sebuah data dalam bentuk *QR code*.
2. Melakukan *scanner QR code* sebuah data informasi secara *multiple*.
3. Memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya teknologi *computer vision* yang mungkin saja akan sangat berguna dimasa yang akan datang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 QR Code (Quick Response Code)

Arti dari kode yang terkandung dalam *QR code* adalah barcode dua dimensi yang mampu menyediakan berbagai jenis informasi secara instan. Umumnya, *QR code* memiliki pola persegi hitam di atas latar belakang putih, yang menyimpan informasi baik dalam arah *vertikal* maupun *horizontal*. (Ahamed dan Mustafa, 2019) Dengan menggunakan ponsel untuk memindai Kode QR, pengguna dapat dengan mudah mengakses kontennya secara langsung. Kode QR telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti periklanan dan pembayaran digital, karena sifatnya yang mudah dibuat dan di-scan. (Yuan *et al.*, 2019). Pemindaian QR Code yang cepat, kemampuan koreksi kesalahan yang handal, dan kemampuan untuk membaca dari berbagai arah telah membuat QR Code menjadi populer dalam berbagai situasi. Menggunakan kamera ponsel dan aplikasi yang sesuai untuk membaca kode batang 2D untuk berbagai keperluan adalah pendekatan yang umum digunakan dalam berbagai aplikasi praktis saat ini. (Tikhonov, 2019). Salah satu kelebihan lain dari QR Code adalah bahwa Anda tidak perlu menggunakan perangkat pemindai QR Code khusus untuk melakukan pemindaian kode, melainkan dapat memanfaatkan kamera pada smartphone. (Putra and Primayani, 2022).

Sebagai hasil, QR code dapat diakses dengan mudah menggunakan perangkat smartphone. QR code memiliki kapasitas penyimpanan yang cukup besar, mencapai hingga 2089 digit atau 4289 karakter, termasuk karakter khusus dan tanda baca. Dengan kapasitas yang luas ini, QR code mampu menampilkan berbagai informasi, seperti teks, membuka URL atau tautan web, menyimpan kontak dalam buku telepon, dan berbagai fungsi lainnya. Dengan menggunakan perangkat smartphone, QR code menjadi alat yang praktis dan efisien untuk berinteraksi dengan berbagai konten digital dalam kehidupan sehari-hari (Jumari, Fauziah dan Hayati, 2022). QR code memiliki kelebihan lain dibandingkan barcode, yaitu kemampuannya untuk menyimpan lebih banyak informasi. Hal ini membuat penggunaan QR code lebih efisien dalam menyimpan data yang kompleks. QR code dirancang dengan pola kotak-kotak hitam dan putih yang disusun secara khusus, dan setiap bagian dari kode ini memiliki makna sendiri. Berkat desain ini, QR code dapat dengan mudah di-scan menggunakan smartphone dan mengakses data atau informasi yang tersembunyi di dalamnya. Dengan kapasitas penyimpanan yang lebih besar dan cara pembacaan yang lebih canggih, QR code menjadi pilihan yang lebih fleksibel dan praktis dalam berbagai aplikasi, mulai dari pemasaran hingga interaksi dengan konten digital (Rahmalia, 2023).

2.1.2 Bagian – Bagian QR Code

Berdasarkan *QR Code Generator*, ada tujuh bagian utama dalam *QR code* yang memiliki arti dan peran penting, yaitu :

1. *Positioning Detection Markers*

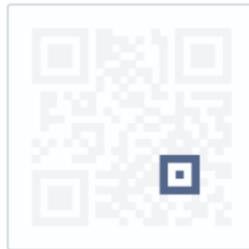
Sekumpulan tiga kotak berada di sudut-sudut QR code. Penanda ini memiliki peran penting dalam memastikan bahwa pemindai QR code dapat dengan cepat membaca kode dan mengidentifikasi orientasi atau posisi kode tersebut.



Gambar 1. Penanda Deteksi Pemosisian

2. *Alignment Marking*

Tanda ini memiliki dimensi yang lebih kecil daripada penanda posisi deteksi. Meskipun keduanya memiliki bentuk kotak, penanda penyesuaian berfungsi untuk mempertahankan integritas QR code bahkan ketika dicetak pada permukaan yang memiliki lengkungan. Secara umum, ketika data yang disimpan dalam QR code semakin banyak, ukurannya cenderung meningkat. Selain itu, jumlah penanda penyesuaian juga dapat bertambah.



Gambar 2. Penandaan Perataan

3. *Timing Pattern*

Timing pattern pada QR code adalah sekelompok kotak-kotak kecil yang berurutan dan berdekatan. Fungsi dari pola timing ini adalah untuk mengatur konfigurasi grid data. Dengan adanya pola timing ini, pemindai QR code dapat mengenali ukuran matriks data yang telah diatur.



Gambar 3. Pola Pengaturan Waktu

4. *Version Information*

Version information pada QR code menyediakan data tentang versi dari QR code tersebut. Saat ini, terdapat 40 variasi QR code yang berbeda. Fungsi dari elemen ini adalah untuk memungkinkan pemindai mengidentifikasi versi QR code yang sedang

dipindai. Secara umum, versi 1 hingga 7 adalah yang paling umum digunakan.



Gambar 4. Informasi versi

5. *Format Information*

Bagian atau sektor dalam QR code ini berfungsi untuk menyampaikan informasi tentang tingkat toleransi kesalahan dan pola mask data. Dengan adanya informasi dalam format ini, pemindai akan lebih mudah dalam mengolah QR code dan menampilkan data yang terdapat di dalamnya kepada pengguna.



Gambar 5. Format Informasi

6. *Data And Error Correction Keys*

Kawasan di dalam QR code memiliki signifikansi karena berfungsi sebagai ruang penyimpanan seluruh data. Tidak hanya itu, area ini juga mencakup blok koreksi kesalahan yang memastikan data tetap dapat di-scan walaupun kode mengalami kerusakan hingga 30%.



Gambar 6. Kunci Koreksi Data dan Kesalahan

7. *Quiet Zone*

Quiet Zone adalah bagian kosong yang terletak di luar area *QR code*. Seperti halnya ruang putih dalam desain, zona hening memiliki peran penting dalam *QR code*.

Fungsinya adalah untuk menegaskan struktur dan memudahkan proses pemindaian. Keberadaan zona hening diperlukan untuk memisahkan *QR code* dari latar sekitarnya, sehingga pemindai dapat mengenali kode tersebut dengan mudah. Meskipun tidak berisi informasi, area ini memiliki peran krusial dalam komponen *QR code*.



Gambar 7. Zona Tenang

2.1.3 Jenis – Jenis Quick Response Code

2.1.3.1 QR Code Statis

QR kode statis adalah jenis kode QR yang once created, tidak dapat diubah atau diedit lagi. Informasi yang telah dimasukkan ke dalamnya bersifat tetap dan tidak dapat diubah kembali. Karena karakteristik ini, jenis QR code ini cocok untuk digunakan dalam penggunaan pribadi dan juga dalam aplikasi *QR Code API*, yang digunakan untuk menghasilkan sejumlah besar kode QR, seperti ID karyawan, dokumentasi teknis produk, dan sejenisnya. Namun, karena sifatnya yang tidak dapat diubah setelah pembuatan, QR kode jenis ini kurang cocok untuk keperluan bisnis atau kampanye pemasaran. (Rahmalia, 2023).

Contoh penggunaan QR code statis meliputi:

1. **Wi-Fi:** QR code memudahkan pengguna untuk terhubung ke jaringan Wi-Fi tanpa perlu mengetikkan kata sandi. Cukup dengan melakukan pemindaian, pengguna dapat langsung terhubung ke jaringan Wi-Fi yang tersedia.
2. **Bitcoin:** QR code digunakan untuk menghasilkan alamat Bitcoin atau mata uang kripto lainnya, mempercepat proses transaksi dalam dunia cryptocurrency.
3. **Plain text:** Data sederhana dalam bentuk teks dapat disajikan melalui QR code. Kode QR memiliki kapasitas untuk menyimpan banyak karakter yang dapat diakses dengan mudah melalui pemindaian menggunakan aplikasi.
4. **vCard:** Informasi kontak seperti alamat email, nomor telepon, dan alamat situs web dapat disimpan dalam format vCard dan ditampilkan melalui QR code pada kartu nama, memberikan tampilan yang lebih sederhana dan menarik secara desain.
5. **Email:** QR code dapat digunakan untuk menyematkan alamat email, memudahkan bisnis online dalam menyediakan informasi kontak kepada pelanggan dengan cara yang singkat dan efisien.

2.1.3.2 QR Code Dinamis

Tidak seperti QR code statis, QR code dinamis adalah jenis kode QR yang memiliki fleksibilitas untuk diperbarui, diedit, dan diubah sesuai kebutuhan. Karena kemampuannya ini, jenis QR code dinamis sangat cocok untuk digunakan dalam

keperluan bisnis dan pemasaran. Berbeda dengan QR code statis yang cenderung menjadi lebih besar dan kompleks saat data yang dimasukkan semakin banyak, QR code dinamis tetap mempertahankan ukuran yang kompak. Hal ini karena data tidak disimpan langsung dalam QR code itu sendiri, melainkan diarahkan ke URL yang telah ditentukan dalam kode tersebut. Oleh karena itu, QR code dinamis lebih cocok untuk diintegrasikan dalam desain berbagai hal, seperti kemasan produk, flyer, brosur, dan sebagainya (Rahmalia, 2023).

Contoh penggunaan QR code dinamis di antaranya adalah untuk :

1. Pembayaran: Salah satu pemanfaatan yang umum dari QR code dinamis adalah dalam pembayaran digital. Hanya dengan melakukan pemindaian kode tersebut, saldo digital akan berkurang sesuai dengan nilai pembelian yang diinginkan.
2. PDF: Penggunaan pemasaran melalui majalah dan brosur digital, serta eBook, semakin meningkat popularitasnya. Dengan menggunakan QR code, akses pelanggan terhadap materi-materi tersebut akan menjadi lebih sederhana.
3. Media sosial: Segala informasi yang ada di berbagai platform media sosialmu dapat dengan mudah disebarluaskan melalui satu QR code tanpa kesulitan..
4. Kupon: Penggunaan kupon merupakan taktik pemasaran yang efisien dalam meningkatkan volume penjualan. Kamu dapat menyebarkan kupon melalui QR code, yang memungkinkan konsumen untuk dengan mudah memindainya menggunakan aplikasi dan langsung memperoleh kuponnya. Pendekatan ini juga mengurangi kebutuhan akan biaya cetak kupon.
5. Situs web: QR code bisa dimasukkan ke dalam halaman web atau laman depan situs bisnismu untuk menampilkan informasi utama perihal bisnis, seperti alamat, jam kerja, dan berbagai informasi lainnya.

2.1.4 QR Code Generator

QR Code Generator merupakan sebuah platform daring yang mampu menyimpan informasi dalam bentuk *QR Code* (seperti teks atau tautan situs web). Fungsi utama dari *QR Code Generator* adalah sebagai alat bantu untuk memfasilitasi pembuatan *QR Code* yang disesuaikan dengan cepat dan dengan kemudahan. Setelah *QR Code* telah selesai dibuat menggunakan platform ini, pengguna dapat langsung mengunduhnya dan menempelkannya pada berbagai lokasi seperti situs web, akun media sosial bisnis, atau di platform jual-beli (*marketplace*). Alternatif lainnya adalah mencetak QR Code dan menggunakannya sebagai tampilan (*display*) di toko fisik atau outlet bisnis. Apakah QR Code ini dapat segera digunakan setelah proses pembuatan selesai? Jawabannya adalah pasti. QR Code tersebut dapat segera digunakan dan aktif, serta siap untuk memenuhi berbagai kebutuhan secara langsung dan dalam waktu nyata. (Rizeki, 2022).

2.1.5 Mikrokontroller

Mikrokontroller, juga dikenal dengan istilah *microcontroller* dalam bahasa Inggris, mengacu pada sistem mikroprosesor yang terpadu sepenuhnya dalam sebuah chip tunggal. Konsep mikrokontroller memiliki perbedaan signifikan dibandingkan dengan mikroprosesor serbaguna yang digunakan dalam komputer pribadi (PC), karena dalam mikrokontroller umumnya sudah termasuk komponen pendukung dasar

dari sistem mikroprosesor. Ini mencakup elemen-elemen seperti memori dan antarmuka input/output (I/O). Terdapat beberapa jenis mikrokontroler yang juga dilengkapi dengan fasilitas ekstra seperti ADC, PLL, dan EEPROM yang diintegrasikan dalam satu kesatuan. Pentingnya dicatat bahwa perbedaan utamanya dengan mikroprosesor umum terletak pada kenyataan bahwa mikrokontroler tidak hanya terdiri dari CPU saja, melainkan telah menyertakan komponen tambahan yang mendukung fungsinya. (Khairi, 2021).

2.1.6 Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah suatu bentuk komputer berbasis papan sirkuit tunggal (single-board computer) atau SBC yang memiliki ukuran sekecil kartu kredit. Perangkat ini memiliki kemampuan untuk menjalankan berbagai jenis program perkantoran, permainan komputer, dan juga berfungsi sebagai pemutar media, termasuk untuk video berkualitas tinggi. Proyek Raspberry Pi diprakarsai oleh yayasan nirlaba bernama Raspberry Pi Foundation, yang tujuannya utamanya adalah untuk memfasilitasi pembelajaran pemrograman. Awal pengembangan Raspberry Pi dimulai di laboratorium Komputer Universitas Cambridge oleh tim yang terdiri dari Eben Upton, Jack Lang, Rob Mullins, dan Alan Mycroft. Bersama dengan Pete Lomas dan David Braben, mereka mendirikan yayasan Raspberry Pi pada tahun 2009.

Pada tahun 2012, produksi massal dari Raspberry Pi Model B dimulai. Pada saat peluncurannya, yang berlangsung pada akhir Februari 2012, 100 ribu unit Raspberry Pi terjual dalam waktu beberapa jam saja. Hingga Februari 2016, Raspberry Pi Foundation telah mengumumkan bahwa telah terjual sebanyak 8 juta perangkat Raspai, menjadikannya sebagai produk yang sangat populer, terutama di Inggris (Aryapranata, 2018).



Gambar 8. *Raspberry Pi*

Raspberry Pi dilengkapi dengan pin GPIO yang berfungsi sebagai input/output. Jumlah pin GPIO pada Raspberry Pi dapat bervariasi tergantung pada modelnya, seperti Raspberry Pi 1A, Raspberry Pi 2B, Raspberry Pi B+, dan Raspberry Pi 3. Perbedaan jumlah pin GPIO juga terdapat pada versi 1, versi 2 (26 pin), dan versi 3 (40 pin). Dalam penelitian ini, Raspberry Pi 3 Model B dipilih sebagai mikroprosesor karena sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Raspberry Pi 3 Model B memiliki CPU Clock 1.2 GHz dan RAM sebesar 1 GB, yang memungkinkannya untuk menjalankan berbagai distribusi sistem operasi berbasis ARM GNU/Linux dengan efisiensi yang baik. Penggunaan Raspberry Pi 3 Model B sebagai mikroprosesor dipilih karena spesifikasi CPU Clock dan RAM yang memungkinkan untuk mencapai

2. Resolusi kamera 5 megapixel.
3. Menggunakan kamera *fix*.
4. Menggunakan sensor gambar Omnivision 5647.
5. Resolusi gambar 270 x 1080.
6. 15 pin CSI *interface* dengan kabel *Extremely* data tinggi.
7. Ukuran 29x25x9 mm.



Gambar 11. *Camera Raspberry Pi*

2.1.8 OpenCV Library

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) adalah software yang dirancang untuk mengolah citra digital secara real-time, awalnya dikembangkan oleh Intel dan saat ini mendapat dukungan dari Willow Garage dan Itseez. Program ini tersedia sebagai perangkat lunak open-source dengan lisensi BSD. Perpustakaan ini dirancang khusus untuk pengolahan citra digital secara real-time. Jika program ini mendeteksi adanya perpustakaan Integrated Performance Primitives dalam sistem komputer, maka secara otomatis program akan mengoptimalkan proses kerjanya untuk meningkatkan kecepatan kerja. (Srimulia, 2022).



Gambar 12. *OpenCV Library*

2.2 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian sebelumnya tentang *QR code scanner* telah banyak diperkenalkan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Penelitian tahun 2020 oleh (Kharisma Christito, 2020). Universitas Sam Ratulangi

yang berjudul “rancang bangun sistem keamanan *locker* berbasis *raspberry pi*”. Tugas akhir ini membahas perancangan dan pembuatan Rancang Bangun Sistem Keamanan Loker Berbasis Raspberry Pi. Sistem ini terdiri dari tiga komponen utama, yakni: bagian masukan yang menggunakan QR Code, bagian pengendali yang menggunakan mikrokontroler Raspberry Pi, serta bagian keluaran yang terdiri dari set point dan solenoid. Berdasarkan hasil uji coba dan pengukuran, ditemukan bahwa sistem keamanan loker yang berbasis pada *Quick Response Code* (QR Code) dapat beroperasi sesuai dengan deskripsi yang telah ditetapkan. Alat ini mampu secara otomatis membuka loker dengan menggunakan QR Code, dengan memanfaatkan jarak set point antara posisi GPS pada smartphone dan juga modul GPS yang terpasang pada Raspberry Pi, dan semuanya berfungsi dengan baik..

2. Penelitian tahun 2023 oleh (Himawan, Ramadan and Yama, 2023). Institut Informatika dan Bisnis Darmajaya yang berjudul “implementasi teknologi barcode untuk pintu ruangan dengan *Pi Camera*”. Menghadirkan sebuah sistem keamanan pintu, terutama mengingat penerapan teknologi terbaru dalam mencapai tujuan ini. Di lingkungan universitas, ruang kelas biasanya dilengkapi dengan pintu otomatis yang memiliki sensor untuk memungkinkan akses ke dalam ruang kelas. Namun, dalam konteks ini, akses ke pintu tersebut membutuhkan fungsi yang lebih mandiri, terintegrasi, dan cerdas guna meningkatkan efektivitas dari kunci pintar otomatis. Penelitian ini menunjukkan perkembangan sistem keamanan pintu yang aman dengan memanfaatkan teknologi *Quick Response* (QR) dan kamera Raspberry Pi (*PI Camera*) untuk mengakses ruang kelas di lingkungan universitas. Dengan pendekatan ini, pihak yang berwenang juga akan memiliki kemampuan untuk memantau siapa yang telah mengakses ruang kelas tersebut. Sistem ini juga mampu mencatat data dan melacak setiap kali akses masuk dan keluar dilakukan melalui pintu keamanan, yang dihubungkan dengan server situs web. Dalam konteks ini, hanya individu yang memiliki izin yang akan diberikan akses ke pintu tersebut. Penelitian ini merupakan langkah awal dalam menguji fungsionalitas sistem ini, yang diharapkan akan diterapkan pada berbagai properti dan fasilitas seperti kantor, universitas, dan laboratorium. Berdasarkan hasil dan data yang terkumpul, pengembangan prototipe telah berhasil dengan baik sebagai tahap awal dalam penyediaan pintu keamanan cerdas yang menggunakan QR Code sebagai pendekatan utama.
3. Penelitian tahun 2017 oleh (Akbar *et al.*, 2017). Universitas Telkom yang berjudul “implementasi *smart shopping list* menggunakan *barcode scanner* berbasis komunikasi M2M”. Kebutuhan akan pembelian barang belanja bulanan untuk rumah tangga merupakan hal yang penting bagi setiap ibu rumah tangga atau asisten rumah tangga. Tidak jarang ibu rumah tangga atau asisten rumah tangga lupa untuk membeli barang belanja bulannya saat berada di luar rumah. Dalam konteks penelitian ini, telah dikembangkan suatu sistem perancangan untuk mendata barang belanja menggunakan Barcode Scanner. Data barang yang didata kemudian akan diteruskan atau disimpan oleh Raspberry Pi dan ditampilkan pada layar LCD. Pengguna juga dapat melihat daftar barang belanja yang telah tersimpan melalui SMS dengan mengirim permintaan melalui ponsel. Sistem ini memiliki kemampuan untuk memberikan pengingat kepada pengguna mengenai

barang-barang yang telah mencapai batas minimum stok melalui penggunaan GSM Shield SIM900.

2.3 Tabel Perbandingan Penelitian

Tabel perbandingan penelitian menunjukkan beberapa perbedaan yaitu :

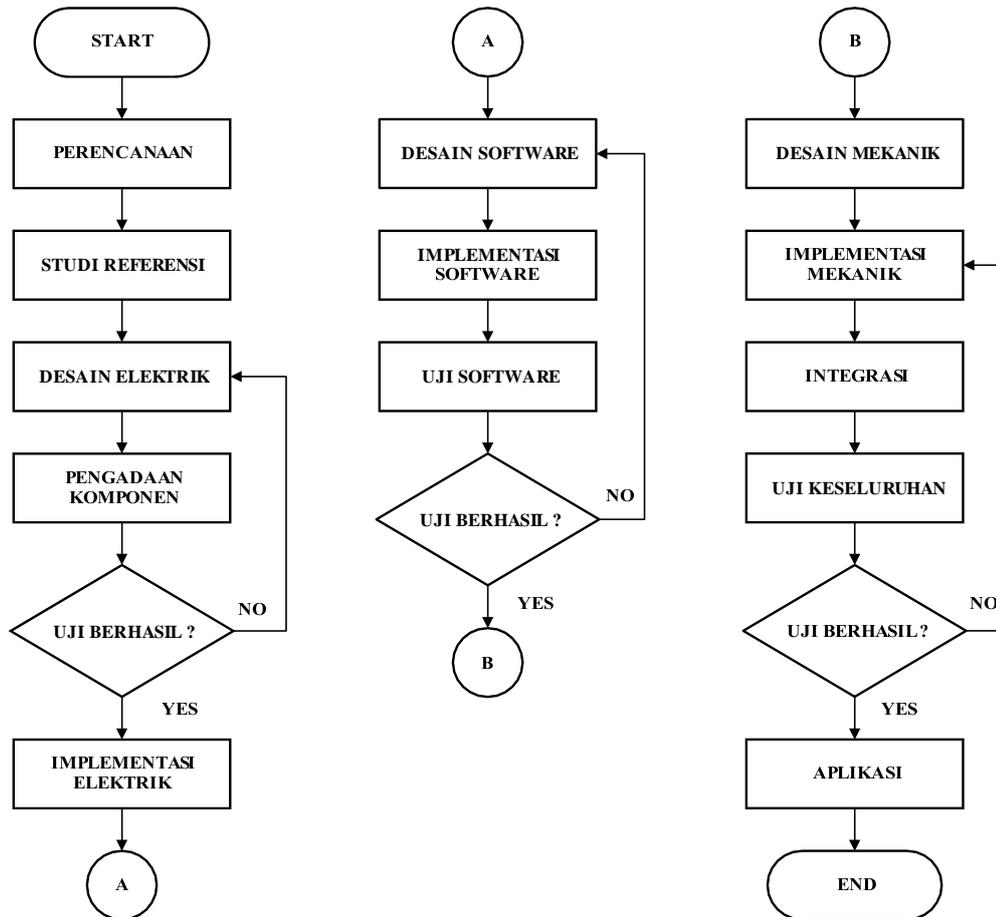
Tabel 1. Perbandingan Penelitian

No	Penelitian dan Tahun	Input		Proses			Output			
		Pi Camera	<i>Barcode Scanner</i>	<i>Raspberry Pi</i>	<i>Database</i>	GSM Shield	LCD	<i>Website</i>	OpenCV	<i>Solenoid Door Lock</i>
1	Christito Kharisma (2020)	√		√		√		√		√
2	Himawan, Ramadan dan Yama (2023)	√		√	√			√		√
3	Akbar et al (2017)		√	√		√	√			
4	Jordi Ferdiano (2023)	√		√				√	√	

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode untuk perancangan pembuatan *hardware* yang digunakan dalam penelitian “Rancang Bangun *Multiple QR Code Scanner* Berbasis Raspberry Pi ” ini menggunakan metode penelitian bidang *hardware programming* yang ditunjukkan pada gambar 13.



Gambar 13. Metode Penelitian

3.1.1 Perencanaan Penelitian

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

1. Keterangan awal penelitian.
2. Estimasi kebutuhan alat dan bahan.
3. Estimasi anggaran.
4. Kemungkinan penerapan dari sistem yang dirancang.

3.1.2 Studi Referensi

Setelah perencanaan telah matang, dilakukan penelitian awal untuk aplikasi yang akan dibuat. Proses ini melibatkan pemilihan dan pengujian komponen (alat dan bahan) yang akan digunakan dalam rancang bangun multiple QR code scanner berbasis raspberry pi. Selama penelitian awal, kemungkinan rancangan awal dan akhir juga dieksplorasi untuk memastikan kesesuaian dan kualitas aplikasi yang akan dihasilkan. Penelitian awal ini merupakan tahap penting dalam pengembangan aplikasi QR code scanner guna memastikan keberhasilan dan kinerja yang optimal pada platform raspberry pi.

3.1.3 Desain Elektrik

Dalam merancang sistem listrik dan mekanis, ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan, di antaranya:

1. Sumber daya dan distribusi daya yang diperlukan untuk masing-masing komponen.
2. Kebutuhan tegangan dan arus yang dibutuhkan oleh mikrokontroler, sensor, dan aktuator.
3. Desain skema rangkaian yang sesuai dengan kebutuhan sistem

3.1.4 Pengadaan Komponen

Pengadaan komponen adalah tahap persiapan pengumpulan komponen-komponen yang akan di pakai nantinya agar pada saat proses perakitan tidak terhenti karena kekurangan komponen. Setelah pengadaan komponen selesai lalu dilanjut ke proses pengujian komponen.

3.1.5 Pengujian Komponen

Dalam tahap pengetesan komponen dilakukan pengetesan alat terhadap fungsi kerja komponen berdasarkan kebutuhan sistem yang akan dibuat. Agar alat dapat berjalan sebagaimana semestinya.

3.1.6 Implementasi Elektrik

Implementasi elektrik adalah pengimplementasian dari gambaran rangkaian desain listrik yang telah dibuat sebelumnya.

3.1.7 Desain Software

Dalam proses ini, perangkat lunak yang dibutuhkan adalah Arduino IDE, Ms. Visio, Ms. Word, Fritzing, SketchUp 2022 dan Paint.

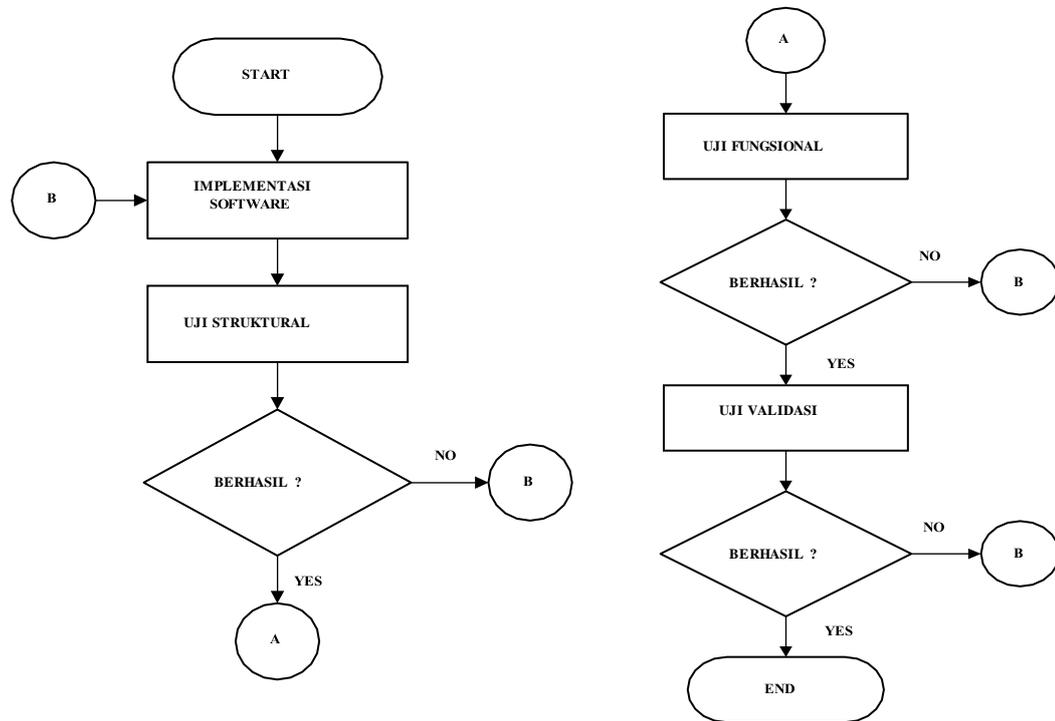
3.1.8 Implementasi Software

Implementasi software adalah pengimplementasian dari gambaran desain software yang telah di buat sebelumnya. Kemudian setelah pengimplementasian software selesai dilanjut ke tahap uji software.

3.1.9 Uji Software

Pengujian software dilakukan agar desain yang telah dibuat sebelumnya sesuai

dengan yang di inginkan sehingga pada saat penelitin bisa berfungsi dengan baik. Uji software meliputi uji struktural, uji fungsional dan uji validasi.



Gambar 14. Uji Software

3.1.9.1 Uji Struktural

Pengujian struktural pada perangkat lunak dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat lunak yang telah dibuat berfungsi dengan benar dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

3.1.9.2 Uji Fungsional

Uji fungsional untuk mengintegrasikan sistem software yang telah di desain sebelumnya.

3.1.9.3 Uji Validasi

Uji Validasi dilakukan untuk menguji kinerja perangkat lunak yang telah dibuat dan memastikan apakah perangkat lunak tersebut berfungsi dengan baik atau tidak.

3.1.10 Desain Mekanik

Proses perancangan mekanik memegang peranan penting dalam pengembangan perangkat keras. Umumnya, aplikasi memiliki berbagai kebutuhan terhadap desain mekanik, seperti:

1. Merancang bentuk dan ukuran PCB (Printed Circuit Board).
2. Memastikan ketahanan dan fleksibilitas perangkat terhadap lingkungan.

3. Menentukan penempatan modul-modul elektronik dengan tepat.
4. Melakukan pengujian terhadap sistem mekanik yang telah dirancang.
5. Mendesain ukuran interface hardware sesuai kebutuhan aplikasi.

3.1.11 Implementasi Mekanik

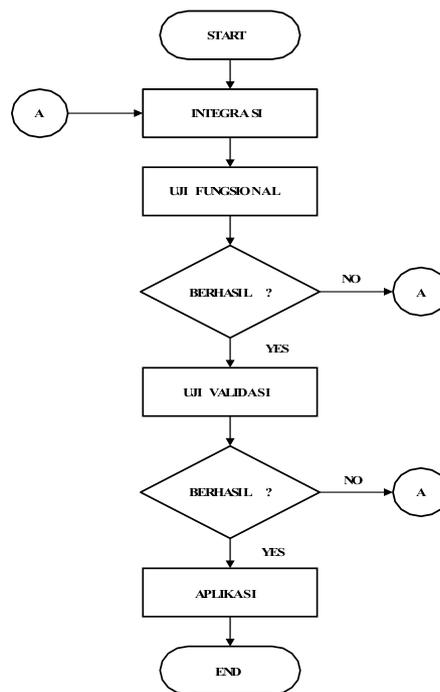
Implementasi mekanik adalah tahap pengimplementasian dari desain mekanik sebelumnya. Setelah pengimplementasian mekanik selesai dilanjutkan ke tahap integrasi.

3.1.12 Integrasi

Sistem listrik yang terintegrasi dengan perangkat lunak di dalam kontrollernya, kemudian digabungkan dalam struktur mekanik yang telah dirancang. Selanjutnya, dilakukan pengujian menyeluruh yang mencakup uji fungsional dan uji validasi.

3.1.13 Uji Keseluruhan

Pada tahapan ini, dilakukan pengujian fungsi dari keseluruhan sistem. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memverifikasi kesesuaian sistem dengan rancangannya. Jika ada bagian sistem yang tidak berfungsi dengan baik, maka akan dilakukan perakitan ulang pada setiap desain sistem yang terlibat.



Gambar 15. Uji Keseluruhan

3.1.13.1 Uji Fungsional

Uji fungsional dilakukan untuk mengintegrasikan sistem listrik dan software yang telah didesain. Pengujian ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja perangkat lunak dalam mengendalikan desain listrik dan mengeliminasi kesalahan (bug) yang ada dalam software yang telah dibuat.

3.1.13.2 Uji Validasi

Pada tahap ini, dilakukan pengujian kinerja dari alat yang telah dibuat untuk mengetahui apakah alat tersebut berfungsi dengan baik atau tidak.

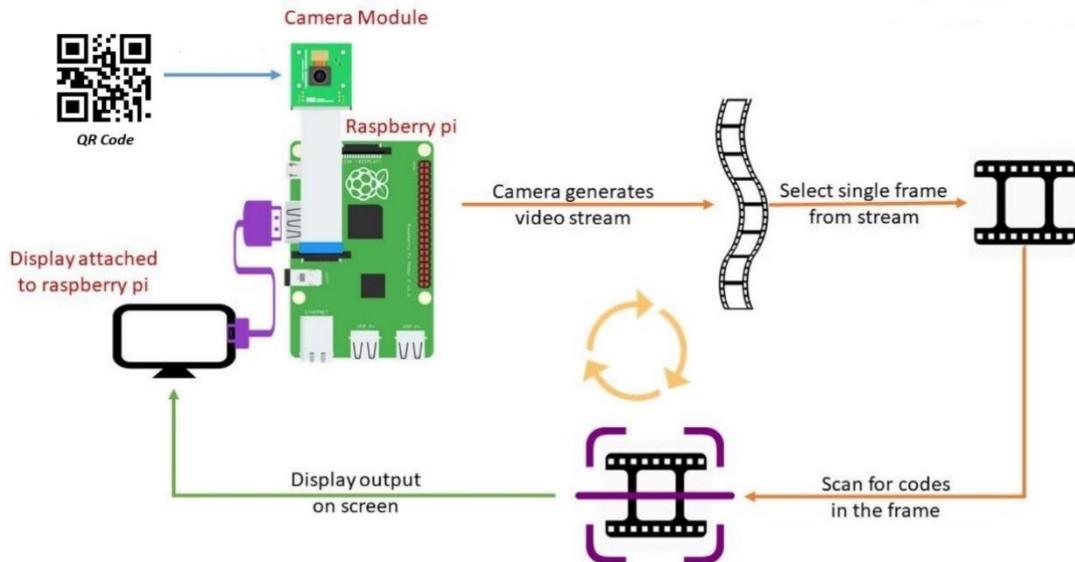
3.1.14 Aplikasi

Proses pengoptimalan dilakukan untuk meningkatkan performa dari aplikasi yang telah dirancang. Fokus utama optimasi berada pada desain mekanik dan perangkat lunak, dengan tujuan agar penggunaan menjadi lebih maksimal dan menghindari terjadinya kesalahan atau error.

BAB IV PERENCANAAN DAN IMPLEMENTASI

4.1 Perencanaan Penelitian

Tahap perencanaan ini merupakan proses awal dari penelitian berjudul "Rancang Bangun *Multiple QR Code Scanner* Berbasis Raspberry Pi". Rancangan yang akan dibuat bertujuan untuk memudahkan perancangan sistem, oleh karena itu diperlukan sebuah perencanaan penelitian seperti yang terlihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Perencanaan Penelitian

Dalam perencanaan penelitian pada Gambar 16, terdapat keterangan mengenai masing-masing fungsi dari *input* maupun *output* sistem yang dirancang sebagai berikut:

5. Langkah 1: QR Code Generator

Pengguna menggunakan aplikasi web QR Code Generator untuk menyimpan data ke dalam QR Code. Kemudian, pengguna memasukkan teks atau alamat situs web yang ingin dijadikan QR Code. Aplikasi web akan menghasilkan QR Code sesuai dengan data yang dimasukkan.

6. Langkah 2: QR Code

QR Code yang dihasilkan oleh QR Code Generator merupakan objek yang menyimpan data informasi secara langsung. QR Code ini terdiri dari pola hitam dan putih yang membentuk matriks dua dimensi. Data yang terkandung dalam QR Code dapat berupa teks (QR Code statis) atau dapat membuka URL (QR Code dinamis).

7. Langkah 3: Kamera Raspberry Pi

Raspberry Pi dilengkapi dengan kamera module yang akan digunakan untuk melakukan scan atau pemindaian objek QR Code. Kamera module pada Raspberry Pi memiliki kemampuan untuk mengambil gambar atau merekam video secara real time.

8. Langkah 4: Pemindaian dengan OpenCV

Video stream yang dihasilkan oleh kamera Raspberry Pi akan diproses menggunakan library OpenCV pada mikrokontroler Raspberry Pi. Library OpenCV memiliki berbagai fungsi untuk analisis gambar dan pemrosesan citra, termasuk deteksi QR Code.

9. Langkah 5: Deteksi dan Dekode QR Code

Dalam proses pemindaian, OpenCV akan melakukan deteksi QR Code dalam video stream. Setiap frame dalam video stream akan dianalisis untuk mencari pola karakteristik QR Code. Jika QR Code berhasil terdeteksi, OpenCV akan melakukan decoding untuk mengambil data yang terkandung dalam QR Code.

10. Langkah 6: Hasil Display Output

Hasil pemindaian QR Code akan ditampilkan pada layar monitor yang terhubung dengan Raspberry Pi menggunakan kabel HDMI. Jika data dalam QR Code adalah teks statis, informasi dari QR Code akan langsung ditampilkan pada terminal OpenCV. Namun, jika data dalam QR Code adalah dinamis (misalnya berupa URL), informasi akan ditampilkan pada terminal OpenCV dan juga akan membuka web browser untuk menampilkan alamat URL tersebut.

11. Langkah 7: Pengolahan QR Code Berikutnya

Proses pemindaian dan tampilan output akan berlanjut selama kamera Raspberry Pi terus merekam video stream dan terdeteksi adanya QR Code. Sistem ini akan berjalan secara berulang untuk menghadapi berbagai QR Code yang mungkin ditemui.

4.2 Studi Referensi

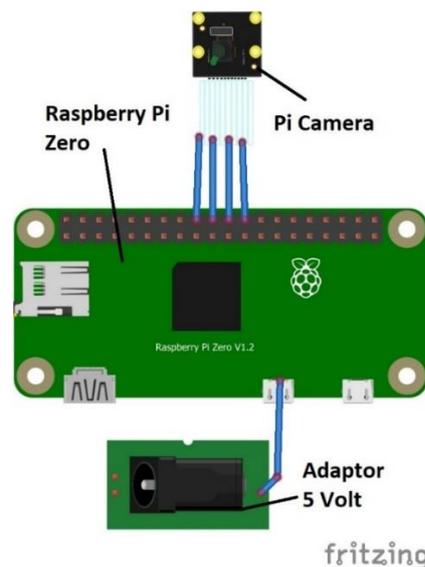
Setelah tahap perencanaan sistem, langkah selanjutnya adalah melakukan studi referensi awal terkait sistem yang akan dibuat. Pada tahap ini, dilakukan pemilihan komponen alat dan bahan yang akan digunakan untuk memastikan bahwa semua komponen dapat berfungsi dengan optimal.

1. Raspberry Pi Zero
2. Modul Kamera IR 1080P
3. Layar Monitor
4. *Keyboard*
5. *Mouse*

6. Kabel HDMI
7. Router Board
8. Power supply 5v 1A
9. Doubletip

4.3 Desain Elektrik

Dalam proses perancangan skematik rangkaian, dibuatlah diagram yang menunjukkan hubungan antara komponen dalam sistem dengan mengacu pada penempatan port yang terkoneksi. Skematik rangkaian ini dibuat menggunakan perangkat lunak Fritzing.



Gambar 17. Desain Sistem Listrik

Penjelasan gambar diatas mengenai desain sistem listrik yang dibangun pada rancang bangun *multiple QR code scanner* berbasis Raspberry Pi. Model sistem yang dirancang menggunakan mikrokontroler Raspberry Pi zero sebagai proses keseluruhan sistem dan komunikasi data dengan *library OpenCV*, pin konektor kamera terhubung ke raspberry pi zero sebagai kamera *scanner* atau pemindai *QR code* dan power DC 5 volt terhubung melalui konektor micro USB raspberry pi untuk kebutuhan daya power listrik.

4.4 Pengadaan Komponen

Dalam tahap ini dilakukan pengadaan komponen adalah tahap persiapan pengumpulan komponen- komponen yang akan dipakai nantinya agar pada saat proses perakitan tidak terhenti karena kekurangan komponen. Setelah pengadaan komponen selesai lalu dilanjut ke proses pengujian komponen.

Tabel 2. Pengadaan Komponen

No.	Komponen Sistem	Skenario Pengadaan Komponen	Harapan	Keterangan
1	Raspberry Pi	Raspberry di instalakan OS Raspbian	Berhasil menjalankan OS Raspbian	Berhasil
2	Modul Kamera IR 1080P	<i>Import library</i> kamera menggunakan <i>OpenCV</i>	Berhasil menampilkan <i>output</i> kamera	Berhasil
3	Layar Monitor	Monitor dapat memberikan ke luaran dari Raspberry Pi	Berhasil menampilkan tampilan GUI Desktop dari Raspbery	Berhasil
4	<i>Keyboard</i>	Mengetik <i>script</i> program	Berhasil membuat <i>script</i> program python	Berhasil
5	<i>Mouse</i>	Mengarahkan kursor	Berhasil menjalankan kursor pada layar monitor	Berhasil
6	<i>Router Board</i>	Dapat mengakses internet melalui jaringan lokal	Berhasil terkoneksi dengan WiFi yang dituju	Berhasil

4.5 Pengujian Komponen

Pada tahap pengetesan komponen, dilakukan evaluasi terhadap fungsi kerja setiap komponen berdasarkan kebutuhan sistem yang akan dibuat. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Pengetesan dilakukan dengan menggunakan multimeter, yang digunakan untuk menguji output dari setiap komponen yang terhubung dengan Raspberry Pi melalui koneksi USB. Selama pengujian, tegangan input dan output dari masing-masing komponen juga diuji untuk memastikan kinerjanya.

4.5.1 Pengujian Komponen Raspberry Pi

Pengujian Raspberry Pi dilakukan dengan memberikan tegangan variabel dari 0 V hingga 5 V. Selanjutnya, output tegangan pada pin 5V dihubungkan dengan probe positif dan pin GND dihubungkan dengan probe negatif pada multimeter untuk memeriksa hasil tegangan.



Gambar 18. Pengujian Komponen Raspberry Pi

Tabel 3. Pengujian Komponen Raspberry Pi

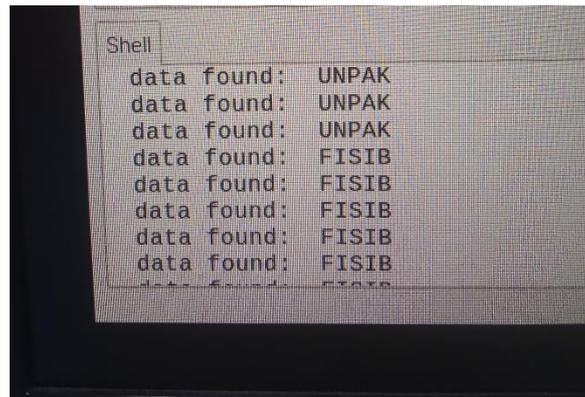
Tegangan Input	<i>Output</i> Tegangan
0 V	0 V

5.18 V	5.12 V
--------	--------

Dari pengujian tersebut diketahui *output* Raspberry Pi 5.12 V mendekati tegangan 5V yang sudah sesuai dengan dibutuhkan oleh setiap komponen.

4.5.2 Pengujian Komponen Modul Kamera IR 1080P

Pada pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan tegangan 0 V – 5 V. Setelah itu *output* dicek pada *serial monitor OpenCV* yang dihubungkan dengan konektor CSI (*Camera Serial Interface*).



Gambar 19. Pengujian Komponen Modul Kamera IR 1080P

Dari pengujian tersebut diketahui *output* pada *serial monitor OpenCV* menunjukkan data informasi UNPAK dan FISIB dari hasil *scan QR code* dengan modul kamera, sehingga sudah sesuai dengan yang dibutuhkan.

4.6 Implementasi Elektrik

Implementasi elektrik adalah pengimplementasian dari gambaran rangkaian desain listrik yang telah dibuat sebelumnya.

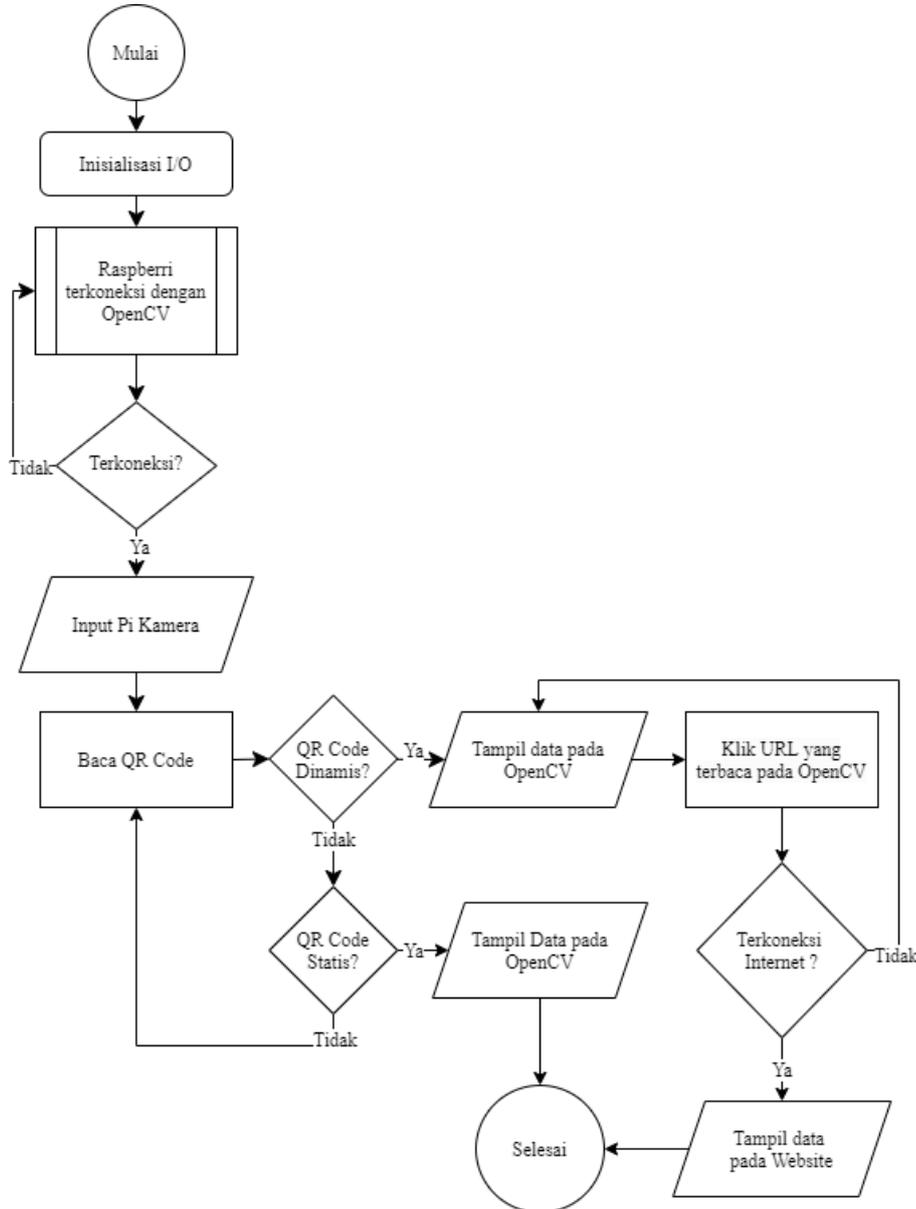
Tabel 4. Implementasi Elektrik

Komponen Sistem	Terhubung dengan pin Raspberry Pi	Terhubung dengan Power Supply (V)	Keterangan
Modul Kamera IR 1080P	Konektor CSI (<i>Camera Serial Interface</i>)	5	Terhubung
Layar Monitor	Kabel HDMI	5	Terhubung
<i>Keyboard</i>	USB Port 1	5	Terhubung
<i>Mouse</i>	USB Port 2	5	Terhubung
<i>Router Board</i>	Port LAN	5	Terhubung

4.7 Desain Software

Dalam proses ini, perangkat lunak yang dibutuhkan adalah Arduino IDE, Ms.

Visio, Ms. Word, Fritzing, SketchUp 2021 dan Paint. *Flowchart* program utama didesain pada gambar 20.



Gambar 20. *Flowchart* Program Utama

Penjelasan dari *flowchart* di atas dimulai ketika alat di aktifkan dan sensor akan mengirimkan nilai untuk diproses oleh Raspberry Pi dan dikomunikasikan ke *library OpenCV*, input Pi kamera untuk *scan* atau memindai *QR code* yang berisikan data informasi, jika data *QR code statis* maka data akan tampil pada *serial monitor OpenCV*, sebaliknya jika data *QR code dinamis* maka data akan tampil pada *website*. Hasil data statis yang tampil pada *OpenCV* merupakan data yang tidak bisa di edit atau dirubah dikarenakan data berupa teks biasa, sedangkan hasil data dinamis yang tampil pada *website* merupakan data yang bisa di edit atau dirubah dikarenakan data berupa URL. Sehingga sistem yang dirancang dapat *scanner* data *QR code statis* dan

dinamis atau multiple.

4.8 Implementasi Software

Implementasi software adalah pengimplementasian dari gambaran desain software yang telah di buat sebelumnya. Kemudian setelah pengimplementasian software selesai di lanjut ke tahap uji software. Implementasi meliputi berbagai kegiatan yang tidak lebih mudah dari desain sistem, yaitu meliputi :

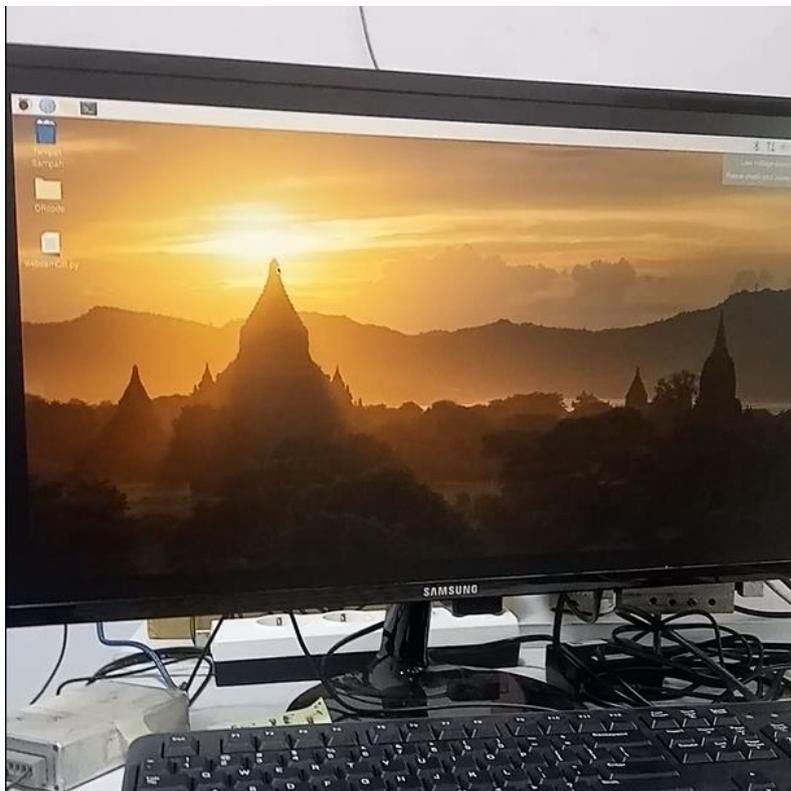
1. Penyiapan hardware dan jaringan
2. Penyiapan software (pembuatan program)
3. Pemilihan data objek (*QR code statis* dan *QR code dinamis*)
4. Pengujian program dan prosedur
5. Pembuatan dokumentasi
6. Konversi data

4.9 Uji Software

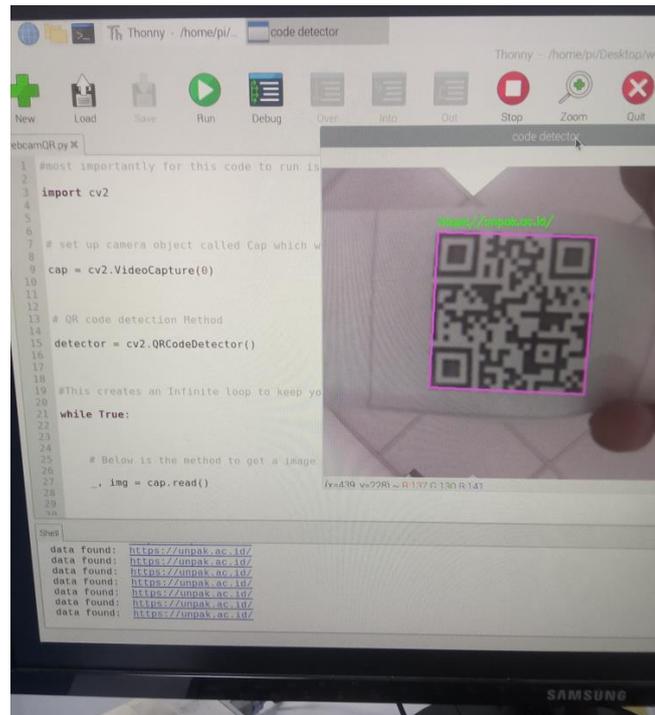
Pengujian software dilakukan agar desain yang telah dibuat sebelumnya sesuai dengan yang di inginkan sehingga pada saat penelitain bisa berfungsi dengan baik. Uji software meliputi uji struktural, uji fungsional dan uji validasi.

4.9.1 Uji Struktural

Uji struktural pada software untuk mengetahui apakah software yang telah di buat dapat berfungsi dengan benar atau tidak. Pengujian ini dilakukan terhadap software OS Raspbian yang meliputi tampilan GUI (*Graphical User Interface*) dan *script* program python yang dijalankan menggunakan *library OpenCV*.



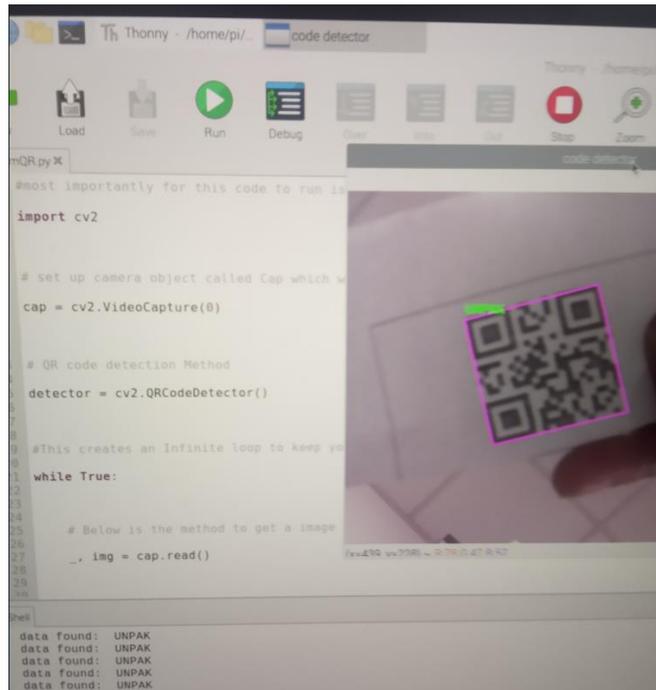
Gambar 21. Uji Struktural GUI(*Graphical User Interface*)



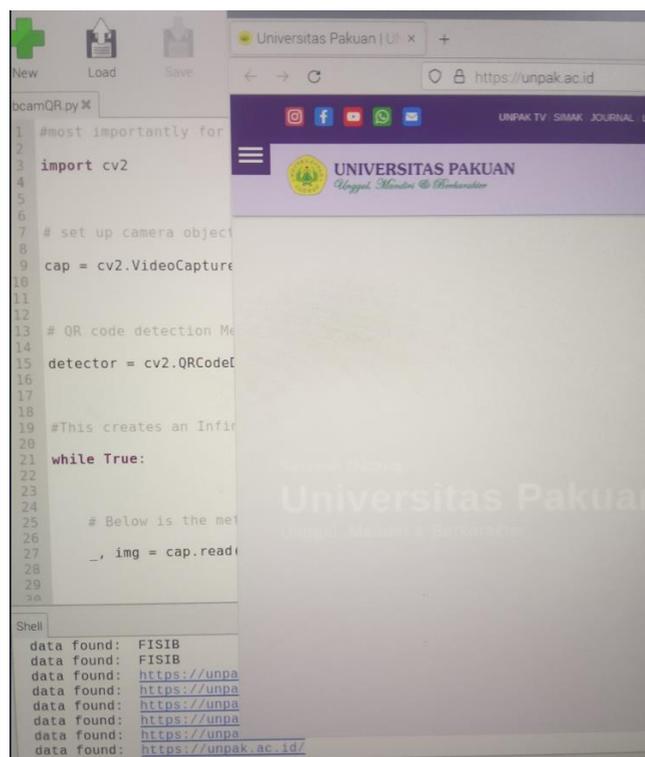
Gambar 22. Uji Struktural *Script Python* dengan *Library OpenCV*

4.9.2 Uji Fungsional

Uji fungsional untuk mengintegrasikan sistem software yang telah didesain sebelumnya. Pada tahap ini dilakukan pengujian fungsional yang bertujuan untuk melakukan verifikasi bahwa seluruh fungsi aplikasi pada perangkat lunak dan perangkat keras sudah beroperasi sesuai dengan apa yang perancang harapkan. Tahap pertama yang dilakukan merangkai seluruh komponen dan mengatur penempatan komponen agar lebih optimal dan dilakukan secara teliti, selanjutnya *running* program ke dalam mikrokontroler Raspberry Pi.



Gambar 23. Uji Fungsional *QR Code Static*



Gambar 24. Uji Fungsional *QR Code Dinamis*

4.9.3 Uji Validasi

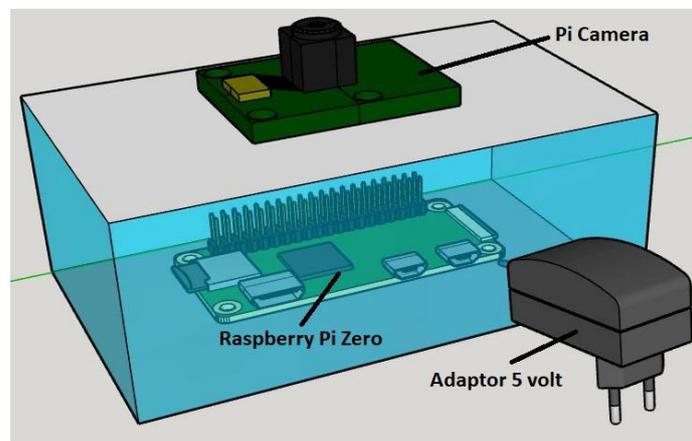
Uji Validasi untuk menguji kinerja dari software yang telah dibuat apakah software tersebut dapat berjalan dengan baik atau tidak.

Tabel 5. Uji Validasi Perangkat Lunak

NO	Skenario Pengujian	Keterangan
1	OS Raspbian dapat berjalan pada desktop GUI Raspberry Pi	Berhasil
2	<i>Script</i> program python dapat berjalan pada terminal Raspberry Pi	Berhasil
3	<i>Import library OpenCV</i> dapat berjalan pada <i>output</i> kamera secara <i>real time</i>	Berhasil
4	Kamera <i>scanner</i> dapat memindai data <i>QR code</i> statis dan dinamis	Berhasil
5	Kamera <i>scanner</i> dapat memindai data <i>QR code</i> jika pencahayaan gelap	Tidak Berhasil
6	Kamera <i>scanner</i> dapat memindai data <i>QR code</i> jika jarak <i>scan</i> lebih dari 50 cm	Tidak Berhasil
7	Data informasi <i>QR code</i> statis dapat ditampilkan pada serial <i>OpenCV</i>	Berhasil
8	Data informasi <i>QR code</i> dinamis dapat ditampilkan pada web browser	Berhasil

4.10 Desain Mekanik

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



Gambar 25. Desain Sistem Mekanik

Penjelasan desain sistem mekanik yang digunakan pada penelitian ini yaitu desain dibuat model persegi panjang dengan diameter lebar 8 cm, panjang 15 cm dan tinggi 10 cm. Komponen yang digunakan mikrokontroler Raspberry Pi, modul kamera IR 1080P dan adaptor 5 volt.

4.11 Implementasi Mekanik

Implementasi mekanik adalah tahap pengimplementasian dari desain mekanik sebelumnya. Setelah pengimplementasian mekanik selesai dilanjutkan ke tahap integrasi.



Gambar 26. Implementasi Mekanik

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Integrasi

Penelitian ini merupakan hasil dari tahapan sebelumnya telah di jelaskan dimulai dari proses perencanaan, perancangan, hingga implementasi keseluruhan dari perancangan *multiple QR code scanner* berbasis Raspberry Pi. Hasil penelitian ini penulis telah menyelesaikan beberapa hal yang menjadi acuan referensi untuk mendapatkan hasil yang maksimal dengan desain model sesimpel mungkin. Alat terbuat dari mika berbentuk persegi panjang dengan diameter tinggi 10 cm, lebar 8 cm dan panjang 15 cm. Penelitian ini menggunakan komponen elektronika yang terintegrasi seperti mikrokontroler Raspberry Pi untuk proses keseluruhan data, modul kamera IR 1080P untuk proses data *scan* atau memindai *QR code*, objek pada penelitian ini menggunakan *QR code* statis dan dinamis yang berisi data informasi. Data informasi *QR code* statis dapat ditampilkan pada serial *OpenCV*, sedangkan data informasi *QR code* dinamis dapat ditampilkan pada web browser. *Library OpenCV* digunakan pada penelitian ini dikarenakan terdapat *script* program yang mendukung penggunaan kamera secara *realtime* serta bahasa pemrograman menggunakan python.



Gambar 27. Integrasi

5.2 Uji Keseluruhan

Pada tahap ini akan dilakukan pengetesan fungsi dari keseluruhan sistem. Apakah dapat berfungsi sesuai dengan konsep atau tidak. Bila ada sistem yang tidak dapat bekerja dengan baik, maka harus dilakukan proses perakitan ulang setiap bagian sistemnya. Pengujian ini meliputi pengujian struktural, fungsional dan validasi.

5.2.1 Uji Fungsional

Pada tahap ini, dilakukan pengujian fungsional dengan tujuan untuk memverifikasi bahwa semua fungsi aplikasi pada perangkat lunak dan perangkat keras beroperasi sesuai dengan harapan perancang. Setelah melakukan rangkaian pengujian pada setiap komponen sebelumnya yang telah dijelaskan pada bab 4, tahap selanjutnya adalah melaksanakan pengujian fungsional terhadap sistem yang telah dirancang. Tahap awal melibatkan proses perakitan semua komponen dengan penempatan yang optimal dan teliti, selanjutnya dilanjutkan dengan menjalankan program python pada mikrokontroler Raspberry Pi. Beberapa pengujian yang dilakukan pada sistem fungsional mencakup:

5.2.1.1 Pengujian Fungsional *Multiple QR Code Scanner*

Pengujian dilakukan untuk memverifikasi bahwa fungsi input scanner berjalan dengan baik dan sesuai dengan sistem kerjanya. Skenario pengujian ini mencakup uji coba dengan QR code statis dan dinamis, sehingga dapat menentukan tingkat keakuratan data informasi yang diharapkan. Hasil dari pengujian ini dapat ditemukan dalam tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Pengujian Fungsional *Multiple QR Code Scanner*

NO	Skenario Pengujian	QR Code	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	QR Code Statis		FISIB		Valid
2			FMIPA		Valid
3			UNPAK		Valid

4	QR Code Dinamis		https://unpak.ac.id		Valid
---	-----------------	---	---	--	-------

5.2.2 Uji Validasi

Tahap ini dilaksanakan untuk memverifikasi apakah model sistem yang telah dirancang berfungsi dengan baik atau tidak. Uji validasi dilakukan menggunakan modul kamera IR 1080P, yang bertujuan untuk menguji kinerja dan performansi teknis sistem. Pengujian ini mencakup uji jarak scanning QR code dan uji sudut antara objek QR code scanner dan citra QR code.

Tabel 7. Pengujian validasi jarak scanning QR Code dilakukan untuk menguji efektivitas jarak saat pemindaian QR Code

Uji ke- Cm	Pengujian Jarak Dengan Kamera												
	2	4	6	8	10	34	36	38	40	42	44	46	
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
3	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
4	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
6	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
7	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
8	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
9	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
10	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Hasil	Tidak Optimal	Optimal	Optimal	Optimal	Optimal	Optimal	Optimal	Optimal	Optimal	Optimal	Optimal	Optimal	Tidak Optimal

Tabel 7 merupakan hasil dari uji efektivitas jarak pemindaian citra QR code menggunakan modul kamera. Pada pengujian ini, dilakukan pemindaian pada berbagai jarak tertentu dalam satuan centimeter (cm) untuk mengetahui jarak optimal dan jarak tidak optimal dalam pemindaian kode QR.

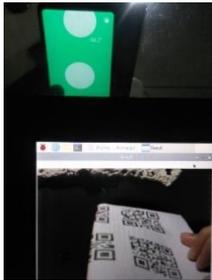
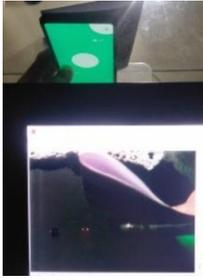
Hasil pengujian menunjukkan bahwa beberapa jarak memberikan hasil pemindaian yang optimal, di antaranya adalah 6 cm, 8 cm, 10 cm, 34 cm, 38 cm, 40 cm, 42 cm, dan 44 cm dalam 10 kali percobaan. Pada jarak-jarak ini, pemindaian kode QR dengan modul kamera menghasilkan hasil yang akurat dan dapat dengan mudah membaca data yang terkandung dalam QR code. Terdapat dua jarak yang memberikan hasil tidak optimal dalam pemindaian kode QR, yaitu jarak 2 cm dan 46 cm. Pada jarak 2 cm, hasil pemindaian tidak optimal karena jarak terlalu dekat, menyebabkan gambar QR code menjadi terdistorsi dan sulit terbaca oleh kamera. Sementara itu, pada jarak 46 cm, hasil pemindaian juga tidak optimal karena jarak terlalu jauh, membuat ukuran gambar QR code menjadi terlalu kecil dan sulit untuk dibaca dengan jelas oleh kamera.

Dari hasil uji coba ini, dapat disimpulkan bahwa jarak optimal pemindaian objek QR code dengan modul kamera terdapat pada rentang 6 cm sampai 44 cm. Jarak-jarak ini memberikan kinerja pemindaian yang baik dan dapat diandalkan. Sementara

itu, jarak 2 cm dan 46 cm sebaiknya dihindari karena hasil pemindaian tidak efektif. Dengan mengetahui jarak-jarak yang optimal, dapat meningkatkan kemampuan sistem dalam memindai QR code dengan akurasi yang tinggi dan meningkatkan pengalaman pengguna dalam penggunaan sistem ini.

Tabel 8. Pengujian validasi sudut antara QR Code scanner dan citra QR Code dilakukan untuk menguji efektivitas pemindaian QR Code dari berbagai sudut pandang

NO	Pengukuran Sudut Kamera dengan Objek		Hasil
1	0 ⁰		Optimal
2	15 ⁰		Optimal
3	30 ⁰		Optimal
4	45 ⁰		Optimal

5	60 ⁰		Tidak Optimal
6	75 ⁰		Tidak Optimal
7	90 ⁰		Tidak Optimal

Selain jarak, hasil pemindaian citra pada penelitian ini dapat berada dalam kondisi optimal atau tidak optimal tergantung pada posisi dan sudut antara citra QR code dengan IR kamera Raspberry Pi sebagai scanner. Tabel 8 di atas ini memberikan penjelasan tentang perubahan sudut pembacaan berdasarkan hasil uji coba yang menunjukkan apakah hasil pemindaian tersebut optimal atau tidak optimal. Dari hasil pengujian, sistem yang telah dibangun terbukti memiliki kekokohan (robustness) terhadap perubahan sudut dan masih memberikan hasil pemindaian yang optimal, kecuali saat sudut antara citra QR code dan layar kamera melebihi 60⁰.

Tabel 9. Pengujian validasi intensitas cahaya (Lux) antara QR Code scanner dan citra QR Code dilakukan untuk menguji performa pemindaian QR Code dengan variasi tingkat pencahayaan Lux

Lux Uji ke	Pengukuran Pencahayaan Lux dengan Objek										
	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Hasil	Tidak Optimal	Optimal									

Tabel 9 adalah hasil dari uji validasi intensitas cahaya (lux) yang dilakukan untuk mengevaluasi kinerja QR Code Scanner dengan menggunakan modul kamera. Dalam pengujian ini, dilakukan variasi intensitas cahaya pada permukaan QR Code dengan mengatur level lux pada rentang 0 hingga 200. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana intensitas cahaya mempengaruhi kemampuan pemindaian QR Code oleh modul kamera.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada level lux 0, pemindaian QR Code menghasilkan hasil yang tidak optimal. Hal ini disebabkan oleh intensitas cahaya yang sangat rendah atau tanpa penerangan sama sekali, sehingga kamera tidak dapat mengenali QR Code dengan jelas dan pemindaian tidak dapat dilakukan secara efektif. Pada level lux 20 hingga 200, hasil pemindaian menunjukkan efektivitas yang optimal. Pada rentang intensitas cahaya ini, kamera mampu membaca QR Code dengan jelas dan akurat, sehingga pemindaian dapat dilakukan dengan baik. Terutama pada level lux yang lebih tinggi, seperti 100 hingga 200, cahaya yang lebih terang membantu meningkatkan kejelasan dan kontras gambar QR Code, sehingga hasil pemindaian menjadi lebih tajam dan akurat.

Dari hasil uji coba ini, dapat disimpulkan bahwa intensitas cahaya pada level lux 20 hingga 200 memberikan hasil pemindaian yang efektif dan optimal. Oleh karena itu, penggunaan pencahayaan dengan intensitas cahaya pada level di atas 0 sangat penting untuk memastikan keberhasilan pemindaian QR Code dengan modul kamera.

5.3 Aplikasi

Tahap ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui model sistem yang telah dirancang sudah bekerja dengan baik atau tidak. Aplikasi dilakukan menggunakan *flowchart* yang sudah ditentukan dengan aturan-aturannya. Untuk menguji kinerja dari modul kamera sebagai *input* sistem dengan cara memindai *QR code* data statis dan dinamis, *library OpenCV* digunakan sebagai pengolahan citra digital secara *realtime*. Pengujian aplikasi akan dilakukan terhadap objek *QR code* selama 8 kali pengujian, yaitu, 5 pengujian data *QR code* statis dan 3 pengujian data *QR code* dinamis untuk mendapatkan hasil informasi yang diharapkan.

Tabel 10. Aplikasi Keseluruhan Sistem

Objek	Pengujian Objek Ke-	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Jarak Scan	Sudut Scan	Kesimpulan
<i>QR Code Statis</i>	1		Email	jordiferdiano1998@gmail.com	12 cm	30 ⁰	Valid
	2		WiFi	Username : jordi123 Password : 12345678	15 cm	0 ⁰	Valid
	3		Teks	UNPAK	8 cm	15 ⁰	Valid
	4		Vcard	Nama, kontak, email dan alamat	11 cm	45 ⁰	Valid
	5		Teks	FMIPA	12 cm	15 ⁰	Valid
<i>QR Code Dinamis</i>	1		URL	https://www.unpak.ac.id/	12 cm	0 ⁰	Valid
	2		Twitter	@jordi	11 cm	15 ⁰	Valid
	3		PDF	File : rancang bangun multiple qr code scanner berbasis raspberry pi	15 cm	0 ⁰	Valid

Dapat dijelaskan hasil aplikasi keseluruhan sistem yang dilakukan terhadap objek *QR code* statis dan dinamis. Pada aplikasi pengujian 1 sampai pengujian 5 didapatkan hasil yang diharapkan yaitu, *QR code* statis email, *wifi*, teks, *Vcard* dan teks dengan jarak *scan* kurang dari 20 cm dan sudut *scan* 0⁰ sampai 45⁰. Hasil kesimpulan pengujian tersebut dinyatakan valid. Selanjutnya aplikasi pengujian 6 sampai dengan pengujian 8 didapatkan hasil yang diharapkan yaitu, *QR code* dinamis URL, twitter dan PDF dengan jarak *scan* kurang dari 20 cm dan sudut *scan* 0⁰ sampai 15⁰. Hasil kesimpulan pengujian tersebut dinyatakan valid. Dengan hasil pengujian aplikasi pada keseluruhan

sistem dengan kondisi data informasi *QR code* statis dan dinamis dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Proses *scan* atau pemindaian data informasi *QR code* statis akan ditampilkan di serial terminal *OpenCV* dan data informasi *QR code* dinamis akan ditampilkan pada web browser.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini, rancang bangun *multiple QR code scanner* berbasis Raspberry Pi. Berdasarkan dari permasalahan diatas, maka dirancang sebuah alat yang efisien dan terjangkau untuk memberikan kemudahan dalam membaca atau mengetahui data informasi dalam bentuk *QR code*. Mekanisme kerja dari prototipe ini adalah memasang modul kamera pada mikrokomputer Raspberry Pi melalui *port CSI (Computer Serial Interface)* menggunakan *library OpenCV* dengan pemrograman bahasa python untuk *scan* atau memindai data informasi dalam bentuk *QR code* statis dan dinamis. Alat terbuat dari mika berbentuk persegi panjang dengan diameter tinggi 10 cm, lebar 8 cm dan panjang 15 cm. Penelitian ini menggunakan komponen elektronika yang terintegrasi seperti mikrokontroler Raspberry Pi untuk proses keseluruhan data, modul kamera IR 1080P untuk proses data *scan* atau memindai *QR code*, objek pada penelitian ini menggunakan *QR code* statis dan dinamis yang berisi data informasi. Cara kerja dari alat ini yaitu, objek *QR code* statis berupa email, *wifi*, teks, *Vcard* dan teks dengan jarak *scan* kurang dari 20 cm dan sudut *scan* 0° sampai 45° maka hasil pengujian tersebut dinyatakan valid. Selanjutnya objek *QR code* dinamis berupa URL, twitter dan PDF dengan jarak *scan* kurang dari 20 cm dan sudut *scan* 0° sampai 15° maka hasil pengujian tersebut dinyatakan valid. Jarak optimal untuk *scan multiple* objek *QR code* antara 6 cm sampai 24 cm dan sudut optimal antara 0° sampai 60° . Dengan hasil proses *multiple scan* atau memindai data informasi dalam bentuk *QR code* statis dan dinamis dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Proses *scan* atau pemindaian data informasi *QR code* statis akan ditampilkan pada serial terminal *OpenCV* dan data informasi *QR code* dinamis akan ditampilkan pada web browser.

6.2 Saran

Dalam merancang *multiple QR code scanner* berbasis Raspberry Pi ini penulis memberikan saran- saran pengujian lebih lanjut untuk mencapai sistem yang lebih baik antara lain :

1. Pada penelitian ini masih pada tahap prototipe, oleh sebab itu diharapkan kedepannya dapat penambahan arsitektur bahan dan komponen agar lebih efektif dan efisien.
2. Diharapkan kedepannya alat *multiple QR code scanner* ini dapat ditambahkan sensor-sensor lain yang dapat bekerja dengan lebih baik.
3. Diharapkan sistem ini dapat dikembangkan dari segi kelengkapan fitur yang ada pada alat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahamed, M.S. dan Mustafa, H.A.** (2019) 'A Secure QR Code System for Sharing Personal Confidential Information', in *5th International Conference on Computer, Communication, Chemical, Materials and Electronic Engineering, IC4ME2 2019*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Akbar, F. et al.** (2017) 'Implementasi Smart Shopping List Menggunakan Barcode Scanner berbasis Komunikasi M2M Implementating Smart Shopping List using Barcode Scanner based on M2M Communication', 4(1), p. 1167.
- Aryapranata, A.** (2018) 'Pengembangan Jaringan Komputer Lokal dengan Memanfaatkan Raspberry Pi Bagi Perusahaan Startup atau UMKM', *Jurnal Esensi Infokom*, 2(2), p. 47.
- Fauzi, A.F.M. et al.** (2020) 'Development of Web-Based Smart Security Door Using QR Code System', *2020 IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems, I2CACIS 2020 - Proceedings*, (June), pp. 13–17. Available at: <https://doi.org/10.1109/I2CACIS49202.2020.9140200>.
- Himawan, N.F., Ramadan, R.A. dan Yama, T.M.** (2023) 'Implementasi Teknologi Barcode Untuk Pintu Ruangan Dengan PI Camera', *Journal of Digital Literacy and Volunteering*, 1(1), pp. 26–33. Available at: <https://doi.org/10.57119/ict.v1i1.17>.
- Irianto, J., Winarmo dan Novianti, T.** (2020) 'RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN SENSOR PIR BERBASIS RASPBERRY PI', *Jurnal Ilmiah*, 2(1).
- Jumari, Fauziah dan Hayati, N.** (2022) 'Algoritma Reed Solomon Codes pada Sistem Informasi Pemanggilan Data Peserta Wisudawan-Wisudawati menggunakan QR Codes', *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 6(1), p. 2022. Available at: <https://doi.org/10.35870/jti>.
- Kammason, C. et al.** (2022) 'Dual Image QR Codes: The Best of Both Worlds', in *2022 International Conference on Digital Image Computing: Techniques and Applications (DICTA)*. IEEE, pp. 1–8. Available at: <https://doi.org/10.1109/DICTA56598.2022.10034633>.
- Khairi, M.H.A.** (2021) *Mikrokontroler: Pengertian, Struktur dan Jenis-Jenisnya*, *mahirelektro.com*. Available at: <https://www.mahirelektro.com/2020/10/pengertian-mikrokontroler-struktur-dan-jenisnya.html/> (Accessed: 25 June 2023).
- Kharisma, C.** (2020) *Rancang Bangun Sistem Kemanan Locker Berbasis Raspberri Pi*. Manado.

- Lonika, T. dan Hariyanto, S.** (2019) ‘Simulasi Smart Door Lock Berbasis QR Code Menggunakan Arduino UNO Pada Penyewaan Apartmen Online’, *JURNAL ALGOR*, VOL. 1 NO. 1.
- Mufida, E. et al.** (2020) ‘Perancangan Alat Pengontrol pH Air Untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno’, *INSANtek*, 1(1), pp. 13–19.
- Putra, E.K. dan Primayani, Q.D.P.P.** (2022) *Perancangan Aplikasi Inventory Barang Dengan QR Code Berbasis Android Pada Minimarket*. Padang.
- Rahmalia, N.** (2023) *QR Code: Apa Itu, Bagian, Jenis-Jenis, dan Cara Membuatnya*, *glints.com*. Available at: <https://glints.com/id/lowongan/qr-code-adalah/> (Accessed: 25 June 2023).
- Rizeki, D.N.** (2022) *QR Code Adalah: Fungsi, Jenis, Cara Membuat, Manfaat*, *majoo.id*. Available at: <https://majoo.id/solusi/detail/qr-code-generator> (Accessed: 25 June 2023).
- Srimulia** (2022) *Mengenal OpenCV Dalam Python: Pengertian, Sejarah, Dukungan pada OS, Fitur-fitur*. Available at: <https://idmetafora.com/news/read/1177/Mengenal-OpenCV-Dalam-Python-Pengertian-Sejarah-Dukungan-pada-OS-Fitur-fitur.html/> (Accessed: 29 June 2023).
- Susanto, E. et al.** (2019) ‘Pengembangan Sistem Presensi Menggunakan Quick Response Code Dinamis untuk Madrasah Aliyah Al Mukhlisin Bandung’, *Jurnal Rekayasa Elektroika*, 15(2). Available at: <https://doi.org/10.17529/jre.v15i2.13769>.
- Tikhonov, A.** (2019) ‘On Double-Sided QR-Codes’. Available at: <http://arxiv.org/abs/1902.05722>.
- Yuan, T. et al.** (2019) ‘Two-Layer QR Codes’, *IEEE Transactions on Image Processing*, 28(9), pp. 4413–4428. Available at: <https://doi.org/10.1109/TIP.2019.2908490>.
- Zulkhaidi, T.C.A.-S., Maria, E. dan Yulianto, Y.** (2020) ‘Pengenalan Pola Bentuk Wajah dengan OpenCV’, *Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi (JURTI)*, 3(2), p. 181. Available at: <https://doi.org/10.30872/jurti.v3i2.4033>.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keterangan Pembimbing (1)



YAYASAN PAKUAN SILIWANGI
Universitas Pakuan
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Unggul, Mandiri & Berkarakter Dalam Bidang MIPA

KEPUTUSAN DEKAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
No. : 1657/KEP/D/FMIPA/V/2023

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 2022.
- 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 : Asep Denih, S.Kom., M.Sc., PhD
2. Pembimbing Pendamping : Mohamad Iqbal Suriansyah, S.Kom., M.Kom.

Untuk membimbing dalam rangka melaksanakan tugas akhir bagi mahasiswa :

Nama : Jordi Ferdiano
NPM : 065116252
Program Studi : Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Rancang Bangun Multiple QR Code Scanner Berbasis Raspberry Pi

Lampiran 2. Surat Keterangan Pembimbing (2)

- 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 : 15 Mei 2023



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

Tembusan :

1. Yth. Ketua Program Studi Ilmu Komputer;
2. Yth. Asep Denih, S.Kom., M.Sc., PhD;
3. Yth. Mohamad Iqbal Suriyansyah, S.Kom., M.Kom.;
4. Arsip.