

ALAT PERHITUNGAN CHINNING UP DAN PULL UP BERBASIS INTERNET OF THINGS

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat Kelulusan Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Intan Ayu NIM: 1062242

Tasya Ananda NIM: 1052229

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

**ALAT PERHITUNGAN CHINNING UP DAN PULL UP
BERBASIS INTERNET OF THINGS**

Oleh:

Intan Ayu/ 1062242

Tasya Ananda/ 1052229

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Sarjana Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



Oesirendi, M.T

NIP. 198710192024211014

Penguji 1



Irwan, S.ST., M.Sc., Ph.D

NIP. 197604182014041001

Pembimbing 2



Riki Afriansyah, S.T., M.T

NIP. 199004042019031013

Penguji 2



Helda Susianti, S.P, M.P

NIP. 199303192024062002

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Intan Ayu NIM: 1062242

Nama Mahasiswa 2 : Tasya Ananda NIM: 1052229

Dengan Judul : Alat Perhitungan Chinning Up Dan Pull Up Berbasis Internet Of Things

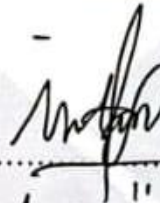
Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungaililat, 3 Juli 2025

Nama mahasiswa

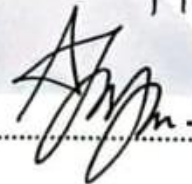
Tanda tangan

1. Intan ayu



.....

2. Tasya ananda



.....

ABSTRAK

Proyek ini bertujuan untuk menciptakan dan mengembangkan alat penghitungan untuk latihan Chinning Up dan Pull Up yang berbasis Internet of Things (IoT) dengan harapan dapat meningkatkan ketepatan serta efektivitas dalam penilaian kebugaran tubuh. Alat ini memanfaatkan kombinasi sensor inframerah SHARP GP2Y0A21 untuk mendeteksi pergerakan repetisi serta sensor EMG (Elektromiografi) yang berfungsi untuk mengukur kekuatan otot biceps dan triceps. Mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai pengolah data dan pengirim informasi ke sistem pemantauan yang berbasis web, yang dikembangkan dengan Laravel dan Firebase Realtime Database. Sistem pemantauan ini tersegmentasi menjadi tiga peran pengguna, yaitu admin, pengawas, dan atlet, masing-masing dengan fungsi yang berbeda. Tugas admin adalah mengatur jadwal dan penggunaannya, pengawas bertanggung jawab untuk memantau dan memasukkan parameter latihan, sementara atlet hanya dapat mengakses hasil dan riwayat latihannya. Melalui pengujian Blackbox dan User Acceptance Test (UAT), sistem ini menunjukkan kinerja yang konsisten serta user-friendly. Hasil evaluasi membuktikan bahwa alat ini dapat menghitung jumlah repetisi gerakan dan mengukur kekuatan otot secara langsung dengan akurasi yang cukup baik. Tampilan hasil dapat diakses langsung melalui situs web, sehingga memudahkan pemantauan performa atlet. Dengan demikian, alat ini dianggap efektif dalam membantu pelatih dan peserta latihan untuk mendapatkan hasil penilaian fisik yang lebih objektif dan efisien.

Kata kunci: Chinning Up, Internet of Things, Pull Up, Sensor EMG, Sensor Inframerah.

ABSTRAK

This project aims to create and develop a counting tool for Chinning Up and Pull Up exercises based on the Internet of Things (IoT) with the hope of increasing accuracy and effectiveness in fitness assessment. This tool utilizes a combination of SHARP GP2Y0A21 infrared sensors to detect repetition movements and EMG (Electromyography) sensors that function to measure biceps and triceps muscle strength. The ESP32 microcontroller is used as a data processor and sender of information to a web-based monitoring system, developed with Laravel and Firebase Realtime Database. The monitoring system is segmented into three user roles, namely admin, supervisor, and athlete, each with different functions. The admin's job is to manage the schedule and its users, the supervisor is responsible for monitoring and inputting training parameters, while the athlete can only access his/her results and training history. Through Blackbox testing and User Acceptance Test (UAT), the system demonstrated consistent performance and user-friendliness. The evaluation results prove that this tool can count the number of repetitions of movements and measure muscle strength directly with good accuracy. The result display can be accessed directly through the website, making it easier to monitor athlete performance. Thus, this tool is considered effective in helping coaches and trainees to get more objective and efficient physical assessment results.

Keywords: Chinning Up, EMG Sensor, Internet of Things, Infrared Sensor, Pull Up

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur panjatkan Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan laporan proyek akhir (PA) dengan judul “Alat Perhitungan *Chinning Up* Dan *Pull Up* Berbasis Internet *Of Things*” ini dengan baik dan tepat waktu.

Pembuatannya ini bertujuan sebagai ialah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Penulis berharap pembaca dapat memahami proyek akhir dari penulis. Penyusunan laporan proyek akhir ini didasarkan pada pengembangan jurnal-jurnal penelitian sebelumnya.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada diorang-orang yang telah berperan dalam membimbing dan membantu penulis untuk menyelesaikan laporan proyek akhir, seperti:

1. Keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan baik secara moral maupun materi sehingga penulis dapat memberikan hasil yang terbaik.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Direktur politeknik manufaktur negeri bangka Belitung.
3. Bapak Zanu Saputra, M.Tr.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Dan Industri Pertanian Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Ibu Yang Agita Rindri, M. Eng. selaku Ketua Jurusan Informatika Dan Bisnis.
5. Bapak Sidhiq Andriyanto, S.T., M.Kom. selaku Ketua Program studi D-IV Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Bapak Aan Febriansyah S.S.T., M.T. sebagai Ketua Program Studi D-IV Teknik Elektro Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Bapak Riki Afriansyah, M.T, M.Si. sebagai pembimbing pertama dalam proyek akhir ini.
8. Bapak Ocsirendi, M.T. sebagai pembimbing kedua dalam proyek akhir ini.
9. Semua tenaga pendidik dan kependidikan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

10. Teman-teman mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan teman kelompok proyek akhir ini yang telah membantu dalam penyelesaian proyek akhir.
11. Semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian proyek akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih adanya kekurangan dalam penyusunan laporan ini karena keterbatasan pengetahuan dan keterampilan penulis. oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak yang terlibat untuk memperbaiki dan mengembangkan lebih lanjut makalah ini masa mendatang. penulis berharap makalah ini dapat bermanfaat khususnya dibagi yang berminat terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Sungailiat, 03 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 Sistem Perhitungan dan Pemantauan Aktivitas Fisik Berbasis IoT	4
2.2 Pendeteksi dan Pemantauan Gerakan Olahraga Berbasis IoT	4
2.3 Perancangan Sistem Terintegrasi Perangkat Keras dan Lunak untuk <i>Monitoring</i> Gerakan Olahraga	6
2.4 <i>Monitoring Website</i>	6
2.5 Metode Pengembangan Sistem	7
2.6 <i>Blackbox Testing</i>	8
2.7 <i>Chinning Up</i> dan <i>Pull Up</i>	8
2.7.1 <i>Chinning UP</i>	8
2.7.2 <i>Pull Up</i>	10
2.8 <i>Internet Of Things</i> (IoT)	12
2.9 ESP32	13
2.10 Sensor EMG	13
2.11 <i>Sensor Infrared</i>	14
2.12 LCD 16x2	15

BAB III METODE PELAKSANAAN	16
3.1 Studi Literatur	17
3.2 Perancangan dan Pembuatan <i>Hardware</i>	17
3.2.1 Perancangan <i>Hardware</i> Rangkaian Elektronika	18
3.3 Perancangan dan Pembuatan <i>Software</i>	19
3.3.1 Perancangan <i>Software</i>	20
3.4 Pengujian <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	22
3.4.1 Pengujian <i>Hardware</i>	22
3.5 <i>Usecase Diagram</i>	23
3.6 <i>Diagram Activity</i>	24
3.6.1 <i>Diagram Activity</i> Admin	24
3.6.2 <i>Diagram Activity</i> Pengawas	26
3.6.3 <i>Diagram Activity</i> Atlet	27
3.7 ERD.....	28
3.8 Evaluasi dan Perbaikan	29
3.9 Penyelesaian Laporan Akhir dan Penyempurnaan	30
BAB IV PEMBAHASAN.....	31
4.1 Perancangan dan Pembuatan <i>Hardware</i> Box Penghitung.....	31
4.2 Perancangan dan Pembuatan <i>Hardware</i> Elektrik	32
4.3 <i>Flowchart</i> Sistem Kontrol.....	33
4.4 Pengujian <i>Hardware</i> Elektrik.....	34
4.4.1 Pengujian <i>Sensor Infared</i>	34
4.4.2 Pengujian <i>Sensor</i> EMG	36
4.1.3 Pengujian ESP32.....	39
4.1.4 Pengujian LCD16x2.....	40
4.1.5 Pengujian <i>Buzzer</i>	41
4.5 Pembuatan <i>Software</i>	43
4.5.1 Halaman <i>Dashboard</i>	43
4.5.2 Halaman Admin	44
4.5.3 Halaman Pengawas	47
4.4.4 Halaman Atlet.....	50

4.6	Pengujian <i>Software</i>	52
4.7	Hasil <i>BlackBox</i> Testing	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		54
5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN.....		58



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 2 Norma Penilaian <i>Chinning Up</i>	10
Tabel 2. 3 Norma Penilaian <i>Pull Up</i>	12
Tabel 4.1 Skema Rangkaian <i>Hardware</i> Sensor <i>Infrared</i> GP2Y0A21	35
Tabel 4.2 Data Pengujian <i>Sensor Infrared</i> GP2Y0A21	36
Tabel 4.3 Skema Rangkaian <i>Hardware</i> Sensor EMG	37
Tabel 4.4 Data Pengujian Sensor EMG.....	37
Tabel 4. 5 Daftar Pertanyaan.....	52
Tabel 4. 6 Hasil <i>BlackBox</i> Testing	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Chinning Up</i>	9
Gambar 2. 2 <i>Pull Up</i>	11
Gambar 2. 3 ESP32	13
Gambar 2. 4 <i>Sensor EMG</i>	14
Gambar 2. 5 <i>Sensor Infrared</i>	15
Gambar 2. 6 LED	15
Gambar 3. 1 <i>Flowchat</i>	16
Gambar 3. 2 Rancangan Konstruksi <i>Hardware</i>	19
Gambar 3. 3 Halaman Admin.....	20
Gambar 3. 4 Halaman Pengawas.....	21
Gambar 3. 5 Halaman Atlet.....	21
Gambar 3. 6 <i>Usecase Diagram</i>	23
Gambar 3. 7 <i>Diagram Activity Admin</i>	25
Gambar 3. 8 <i>Diagram Activity Pengawas</i>	26
Gambar 3. 9 <i>Diagram Activity Atlet</i>	27
Gambar 3. 10 <i>Entity Relationship Diagram</i>	28
Gambar 4. 1 Kotak Penghitung	31
Gambar 4.2 Box tampilan repetisi dan otot.....	32
Gambar 4.3 <i>Flowchart Sistem</i>	33
Gambar 4.4 <i>Wiring Sensor Infrared</i> pada LCD 16x2.....	34
Gambar 4.5 <i>Wiring Sensor EMG</i> pada LCD 16x2	36
Gambar 4.6 Halaman <i>Dashboard</i>	43
Gambar 4.7 Halaman <i>Dashboard</i>	44
Gambar 4.8 Halaman Daftar Pengguna.....	45
Gambar 4.9 Halaman Daftar Pengguna.....	46
Gambar 4.10 Halaman Pemilihan Jenis Latihan	48
Gambar 4.11 Halaman <i>Form Parameter</i>	48
Gambar 4.12 Halaman Pengawas.....	49

Gambar 4. 13 Halaman <i>Dashboard</i> Atlet	50
Gambar 4.14 Grafik.....	51



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Hidup	58
Lampiran 2 Validasi Ahli	60



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era digital ini, kemajuan dalam bidang teknologi informasi dan komunikasi telah memberikan dampak yang signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan. Berbagai alat dan perangkat yang dirancang untuk mendukung kebugaran latihan kebugaran fisik, salah satu dari jenis latihan kebugaran fisik yang paling populer dan banyak digunakan adalah *chinning up* dan *pull up*. *Chinning up* merupakan salah satu komponen dalam tes yang dirancang untuk mengukur daya tahan otot lengan, khususnya bagi wanita, sedangkan *pull up* mengukur daya tahan otot punggung yang diperuntukkan untuk laki-laki. Kedua latihan ini memiliki perbedaan sangat besar, yaitu dari gerakannya, kegunaan otot yang berbeda, tingkat kesulitan, dan perhitungan kategori penilaian.

Selain itu, pengukuran kekuatan otot pada latihan *chinning up* dan *pull up* merupakan aspek penting dalam evaluasi kebugaran fisik, terutama dalam bentuk latihan olahraga. Latihan *chinning up* bertujuan untuk dan otot *biceps* di lengan, sedangkan latihan *pull up* bertujuan untuk otot *triceps* pada punggung. Dalam pelaksanaan latihan *chinning up* dan *pull up* masih terdapat beberapa masalah dalam pelaksanaannya di lapangan, yaitu tidak terjadinya efisiensi waktu pengetesan dan ketidakakuratan perhitungan dengan tepat. Harus fokus pada teknik pergerakan dan kekuatan, sehingga menyebabkan latihan menjadi tidak akurat dan memengaruhi evaluasi performa. Kesulitan pemantauan progres karena tidak adanya sistem pencatat otomatis membuat atlet dan pelatih menjadi kesulitan melacak perkembangan latihan secara detail seperti durasi latihan dan pemantauan kekuatan otot. Hal ini disebabkan oleh penggunaan sistem manual dalam pengujian, sementara jumlah peserta tidak sebanding dengan jumlah penguji (Rahmat et al., 2017). Ditambah terkadang setiap pengujian memiliki berbagai macam aturan perhitungan dalam aspek pengawasan, di mana terdapat ada yang ketat ada pula yang sedikit tidak ketat.

Mengenai alat perhitungan *chinning up* telah dilakukan oleh beberapa peneliti yaitu, Adisaputra et al., (2024) dan Rahmat et al., (2017) yang membahas tentang sistem yang mendeteksi dan menghitung jumlah repetisi otomatis dan dilengkapi dengan *website* untuk pemantauan hasil secara *real-time* yang terhubung melalui jaringan *wifi* dan *bluetooth* termasuk *bluetooth low energy* (BLE) dengan memasukkan *ip address* yang telah ditentukan. Dan pada *pull up* juga telah dilakukan oleh peneliti yaitu Putra, (2023), dan (Sabdar Sawal, 2019) yang membahas perancangan perangkat penghitung *pull up* dengan *mikrokontroler* yang memanfaatkan *sensor ultrasonik* bertujuan untuk memudahkan proses penghitung *pull up*. Seiring dengan perkembangan teknologi, terdapat potensi pemanfaatan alat ukur berbasis teknologi untuk membantu mengatasi kendala-kendala tersebut. Maka proyek ini bertujuan untuk pengembangan alat ukur tes *chinning up* dan *pull up* berbasis sensor *infrared SHARP 2Y0A21*, dan sensor *EMG (Electromiografi)* serta dilengkapi *website* yang digunakan untuk memantau hasil latihan peraga secara otomatis dan memantau keluaran kekuatan otot *biceps* dan otot *triceps* yang dihasilkan. Dengan menggunakan alat ini dapat memberikan solusi yang lebih akurat dalam menghitung jumlah repetisi serta durasi latihan secara *real-time*.

Dengan adanya pengembangan alat ini, diharapkan dapat meningkatkan efektivitas latihan bagi atlet, memberikan data yang lebih objektif, memantau kemajuan perkembangan latihan, dan membantu dalam merancang program latihan yang lebih tepat sesuai dengan kebutuhan pengguna. Penelitian ini tidak hanya berkontribusi dalam meningkatkan latihan *chinning up* dan *pull up*, tetapi juga membuka peluang untuk penerapan teknologi dalam olahraga lain dan untuk para calon-calon tes abdi negara yang memerlukan pengukuran dan pemantauan yang akurat.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang yang telah dijelaskan, perumusan masalah untuk penulisan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Cara untuk menciptakan perangkat pengukur otomatis dengan memanfaatkan sensor inframerah SHARP GP2Y0A21 dan sensor EMG (*Elektromiografi*) untuk latihan *chinning up* serta *pull up*.
2. Bagaimana meningkatkan efisiensi waktu, konsistensi pengawasan, dan keakuratan perhitungan pada pengujian latihan *chinning up* dan *pull up* dengan menggunakan sistem otomatis.
3. Bagaimana merancang sistem yang terintegrasi dengan *website* yang dapat memantau hasil latihan dan perkembangan kekuatan otot yang dikeluarkan secara *real-time*.

1.3 Tujuan Penelitian

Sasaran dari penyelesaian proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menciptakan dan mengembangkan alat ukur otomatis dengan sensor inframerah SHARP GP2Y0A21, dan sensor EMG (*Elektromiografi*) untuk latihan *chinning up* dan *pull up*.
2. Meningkatkan efisiensi waktu, konsistensi pengawasan, dan keakuratan perhitungan dalam pengujian latihan *chinning up* dan *pull up* dengan menggunakan sistem otomatis.
3. Mengembangkan sistem yang terintegrasi dengan perangkat lunak yang memiliki kemampuan untuk memonitor hasil latihan dan peningkatan kekuatan otot *biceps* dan otot *triceps* secara *real-time* untuk evaluasi kinerja yang lebih objektif.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Sistem Perhitungan dan Pemantauan Aktivitas Fisik Berbasis IoT

Dalam proses pengembangan alat berbasis *internet of things (iot)* untuk mendeteksi dan menghitung gerakan olahraga seperti *chinning up* dan *pull up*, diperlukan kajian terhadap berbagai penelitian terdahulu yang relevan. Perancangan perangkat penghitung *pull up* dengan *mikrokontroler* yang memanfaatkan sensor ultrasonik bertujuan untuk memudahkan proses penghitung *pull up*. Sistem ini terdiri dari berbagai komponen elektronik, termasuk *arduino*, modul *bluetooth*, *sensor ultrasonik*, dan LED *text running*. Alat ini dapat dioperasikan melalui ponsel Android yang terhubung dengan *bluetooth* HC-05, dan pengguna hanya perlu menekan tombol (start/stop) untuk menyalakan atau mematikan perangkat. *Sensor ultrasonik* berfungsi untuk mengukur gelombang radio yang dipancarkan dari sensor ke objek. Hasil pengukuran dari sensor ini akan ditampilkan di layar LED *text running* dan di ponsel android (Sawal et al. 2019). Dan pada penelitian kali ini menggunakan sensor EMG. Sensor EMG yang sering digunakan untuk memperkirakan aktivitas otot, membantu dalam memahami interaksi antar otot yang memengaruhi cara manusia bergerak. Penelitian ini bertujuan untuk menangkap interaksi otot saat otot *trisept* berkontraksi dan relaksasi pada siku. Metode *non-invasif* diterapkan dalam studi ini untuk menganalisis aktivitas listrik otot Hani Nur Endah et al., (2024). Dalam studi ini, tambahan berat diberikan saat melakukan kontraksi untuk menyelidiki apakah terdapat keterkaitan antara variasi dalam aktivitas otot dengan beban yang dihadapi oleh otot, yang dilakukan pada pria dan wanita sebagai partisipan.

2.2 Pendeteksi dan Pemantauan Gerakan Olahraga Berbasis IoT

Merancang sebuah sistem berbasis *internet of things (IoT)* untuk menghitung gerakan *chinning up* dan *pull up* secara otomatis, komponen utama yang sangat krusial adalah sistem pendeteksi. Sistem ini memiliki peran penting

dalam mengenali dan merekam aktivitas fisik secara *real-time* dengan tingkat ketepatan yang tinggi. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji berbagai pendekatan dalam mendeteksi gerakan tubuh, seperti pemanfaatan sensor percepatan, sensor gerak, hingga *elektromiografi* (EMG) untuk mengukur aktivitas otot. Selain itu, integrasi *mikrokontroler* dengan sensor dan modul komunikasi nirkabel telah banyak dikembangkan guna memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui perangkat seluler atau web. Berdasarkan studi-studi tersebut, rancangan sistem pendeteksi yang efektif dan efisien menjadi landasan penting dalam mengembangkan alat yang mampu menghitung repetisi gerakan olahraga secara otomatis, sekaligus mendukung kenyamanan dan kemudahan pengguna dalam mengakses data hasil latihan. Berdasarkan penelitian yang dari Adisaputra et al. (2024) penelitian ini membahas tentang *mikrokontroler* yang diintegrasikan dengan sensor-sensor seperti MPU6050 untuk mendeteksi orientasi dan gerakan dalam tiga sumbu (X,Y,Z). Sensor ini dapat mengukur percepatan *linear* dan kecepatan rotasi, yang penting untuk mendeteksi perubahan sudut dalam penelitian. ESP32 sebagai modul *wifi* untuk menghubungkan dengan *smartphone*. Sistem ini mendeteksi dan menghitung jumlah repetisi otomatis dan dilengkapi dengan *website* untuk pemantauan hasil secara *real-time* yang terhubung melalui jaringan *wifi* dan *bluetooth* termasuk *bluetooth low energy* (BLE) dengan memasukkan *ip address* yang telah ditentukan.

Penggunaan sensor EMG bertujuan untuk mengukur tingkat kejenuhan otot manusia. Sinyal analog yang menjadi digital dapat diketahui melalui proses ADC di dalam sensor EMG. Selain itu, pengujian ini bertujuan untuk melihat perubahan tegangan saat otot tangan bergerak. Beberapa gerakan yang dilakukan mencakup mengepal, membengkokkan pergelangan, mengangkat beban, dan membengkokkan siku. Gerakan-gerakan tersebut dilakukan agar tegangan otot dalam keadaan relaksasi dan kontraksi dapat dibandingkan dan hasil pengujiannya di analisa. Setiap gerakan yang diuji, baik dalam keadaan relaksasi maupun kontraksi, menghasilkan bentuk grafik sinyal yang berbeda masing-masing (Ivan & Wahab, 2020).

2.3 Perancangan Sistem Terintegrasi Perangkat Keras dan Lunak Untuk *Monitoring Gerakan Olahraga*

Dalam konteks teknologi berbasis *internet of things (iot)*, sistem ini umumnya terdiri dari *mikrokontroler*, sensor, modul komunikasi nirkabel, serta antarmuka pengguna seperti aplikasi *mobile* atau platform web. Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan keberhasilan implementasi sistem semacam ini dalam mendukung aktivitas kebugaran, dengan memungkinkan pengguna memantau data latihan secara langsung dari perangkat digital mereka. Hal ini menjadi pijakan penting dalam pengembangan sistem yang tidak hanya akurat dalam penghitungan, tetapi juga efisien dalam proses penyimpanan dan pengiriman data jarak jauh.

Dengan menggunakan *mikrokontroler* NODEMCU V3, sistem ini memungkinkan pengukuran yang lebih akurat dan *real-time* sebagai metode manual dengan menggunakan sensor perkiraan untuk menghitung jumlah *sit-up* dan jumlah sensor pulsa untuk mengukur impuls Rahmawati et al. (2020). Aplikasi berbasis Android yang terintegrasi ke dalam sistem menggunakan kartu mikro SD untuk memungkinkan penyimpanan data *online* dan memantau data dari jarak jauh menggunakan koneksi *wifi*.

2.4 *Monitoring Website*

Dalam sistem ini, interaksi antara situs web dan perangkat pengukur yang menggunakan *Internet of Things (IoT)* berlangsung melalui *Firebase Realtime Database* sebagai alat perantara. *Firebase* berfungsi sebagai penghubung data yang mengaitkan perangkat keras di lapangan dengan tampilan pemantauan yang dapat diakses lewat situs *web*. Alat yang memanfaatkan ESP32 akan secara otomatis mengirimkan informasi pengukuran ke *firebase* setiap kali terjadi aktivitas, seperti gerakan repetisi *chinning up* atau *pull up*, serta pembacaan sinyal otot melalui sensor EMG.

Menurut penelitian Inayah et al. (2024) *website* ini membantu tenaga medis dan pasien untuk memonitor data kesehatan secara efektif dengan teknologi IoT, di mana data dikirimkan secara *real-time* ke *firebase* dan dapat diakses

melalui antarmuka *web*. Situs *web* yang dikembangkan menggunakan *laravel* akan mengambil data secara langsung melalui *application programming interface (api) firebase*. Informasi yang diterima akan langsung ditampilkan di halaman *dashboard*, sehingga pengguna tidak perlu memuat ulang halaman untuk melihat *update* terbaru. Komponen *frontend* mengaplikasikan *tailwind CSS* untuk menyusun tampilan yang dinamis dan merespons setiap perubahan data dengan cepat.

Integrasi ini memberikan peluang bagi pelatih atau pengawas untuk melihat performa atlet secara langsung, baik itu dalam bentuk jumlah repetisi maupun kekuatan kontraksi otot selama latihan. Dengan sistem ini, tidak hanya ada komunikasi satu arah dari alat ke situs *web*, tetapi sistem juga dapat memberikan umpan balik atau informasi status kepada perangkat (misalnya, notifikasi bahwa latihan telah selesai atau data tidak terbaca) dengan mengirimkan sinyal kembali dari *firebase* ke perangkat ESP32.

2.5 Metode Pengembangan Sistem

Dalam proses penyusunan sistem yang dibuat, metode pengembangan yang dipakai adalah metode *prototype*. Metode ini dipilih karena memberikan pendekatan yang lebih fleksibel dan mudah disesuaikan dengan kebutuhan sistem yang terus berkembang, terutama dalam proyek berbasis *internet of things* yang memiliki interaksi langsung antara alat fisik dan antarmuka *web*. Pertama dimulai dengan membuat rancangan awal sistem yang hanya mencakup tampilan sederhana dan fungsi dasar. Setelah itu, rancangan awal ini diuji oleh pengguna, dalam hal ini pembimbing dan calon pengguna sistem, untuk mendapatkan tanggapan dan masukan secara langsung. Masukan yang diperoleh dari uji coba kemudian dijadikan dasar untuk melakukan perbaikan dan pengembangan sistem berikutnya. Proses ini terus diulang sampai sistem dianggap sudah memenuhi harapan dan siap digunakan secara penuh. Dengan metode ini, setiap tahapan pengembangan menjadi lebih terarah karena mengikuti umpan balik yang nyata dari pengguna. Hal ini membuat sistem yang dibangun tidak hanya sesuai kebutuhan teknis, tetapi juga dengan tujuan awal dari penelitian.

2.6 ***Blackbox Testing***

Blackbox testing adalah salah satu teknik untuk menguji perangkat lunak yang dilakukan dengan melihat sistem dari sisi luar tanpa harus mengetahui bagaimana sistem tersebut bekerja di dalamnya. Pengujian ini fokus pada hasil keluaran dari suatu fungsi, berdasarkan masukan yang diberikan, tanpa perlu memahami struktur kode atau algoritma yang digunakan di balik layar. Dalam praktiknya, penguji hanya akan memberikan *input* tertentu ke dalam sistem, lalu mengamati apakah *output* yang dihasilkan sudah sesuai dengan yang diharapkan. Metode *blackbox*, tidak memerlukan pemahaman mendalam tentang kode sumber, melainkan berfokus pada *input* dan *output* sistem. Menurut Triady et al., (2023) salah satu teknik dalam pengujian *blackbox* adalah *equivalence partitioning*, yang membagi domain masukan menjadi kelas-kelas ekuivalen untuk mengurangi jumlah *test case* yang harus diuji. Teknik ini memungkinkan penguji untuk merancang test case yang lebih efisien dan efektif dalam mendeteksi kesalahan. Sasaran dari pengujian ini adalah untuk mengecek apakah fitur atau fungsi dari sistem berfungsi sebagaimana mestinya. berjalan dengan baik sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengujian *blackbox* sangat cocok digunakan saat ingin mengetahui apakah sistem dapat memberikan respons yang tepat terhadap berbagai situasi penggunaan, termasuk saat diberikan *input* yang tidak biasa atau tidak sesuai. Karena penguji tidak perlu memahami isi kode, metode ini sering dipakai oleh tim pengujian non-teknis, namun tetap mampu mendeteksi kesalahan pada alur kerja sistem, tampilan antarmuka, validasi *input*, dan hasil keluaran data.

2.7 ***Chinning Up dan Pull Up***

2.7.1 ***Chinning UP***

Chinning Up adalah jenis olahraga yang ditujukan untuk perempuan. Latihan ini sangat baik untuk memperkuat otot *Latissimus Dorsi* di bagian atas punggung dan otot *Biceps* pada lengan. Menurut buku Budi Setyawan et al. (2023) cara melakukan *chinning up* dimulai dengan berdiri di depan tiang yang tingginya sejajar dengan dagu peserta, dengan kaki tetap di tanah sementara tubuh ditarik ke depan lalu kembali ke belakang. Dengan tinggi palang yang sejajar dengan

dada, peserta memegang palang dengan telapak tangan menghadap ke arah bahu, sementara kedua ibu jari berada di atas palang. Kedua lengan direntangkan saat menggenggam palang, dengan satu kaki melangkah maju sekitar 30 cm, sedangkan tubuh dan kaki membentuk sudut 45 derajat terhadap tanah. Tarik tubuh menuju palang sambil memastikan kedua kaki tetap lurus hingga bagian atas dada menyentuh palang, dan pastikan dagu melampaui palang sebelum kembali ke posisi semula dengan lengan tetap lurus. Latihan ini dilakukan selama satu menit.



Gambar 2. 1 *Chinning Up*

Terdapat poin-poin penting dalam penilaian *chinning up* yaitu, sebagai berikut:

- a. Satu gerakan dihitung ketika tubuh ditarik dengan lurus, lengan ditekuk hingga bagian atas dada menyentuh palang dan dagu melewati palang tersebut. Hasil yang dihitung merupakan angkatan yang dilakukan dengan benar. Dan dicatat adalah jumlah frekuensi angkatan yang dapat dilakukan dengan sikap yang tepat tanpa henti. Minimal lakukan sebanyak 40-50 kali dengan gerakan yang benar dalam jangka waktu 1 menit.
- b. Gerakan yang salah tidak akan dihitung jika:
 - 1) Seluruh telapak kaki tidak menyentuh lantai atau telapak kaki terangkat.
 - 2) Dada tidak menyentuh palang.
 - 3) Daggu tidak melewati palang.
 - 4) Saat melaksanakan, tubuh bergerak tidak stabil dan *pinggul* mengayun.
 - 5) Ketika kembali ke posisi awal, kedua lengan atau siku belum lurus namun tubuh sudah ditarik kembali.

- c. Hasil yang didapat kemudian diubah sesuai dengan tabel norma penilaian yang ada berikut ini:

Tabel 2.1 Norma Penilaian *Chinning Up*

Skor	Ukuran/Hasil	Kreteria
5	>72	Sempurna
4	60-70	Baik Sekali
3	50-60	Baik
2	40-50	Cukup
1	<40	Kurang

(Sumber: Buku Kesepamtaan)

2.7.2 *Pull Up*

Pull Up merupakan salah satu variasi olahraga yang ditujukan untuk pria. Latihan ini bertujuan untuk memperkuat otot-otot, terutama pada punggung dan *biceps*. Selain itu, latihan ini juga membantu membentuk tubuh, khususnya otot di lengan dan bagian atas tubuh. Latihan *pull up* dilaksanakan dengan menggunakan sebuah palang sebagai pegangan atau pengangkat badan. Menurut buku Budi Setyawan et al. (2023) pelaksanaan *pull up* dilakukan dengan dua telapak tangan yang menghadap ke depan. Angkat berat badan ke atas hingga dagu sedikit di atas pull up bar dengan memanfaatkan otot punggung dan *biceps*, agar berat badan seimbang, peserta bisa menyilang kaki saat bergerak naik. Menurunkan tubuh hingga lengan terentang sepenuhnya. Saat menurunkan badan, lakukan dengan perlahan dan terkendali agar otot dapat bekerja dengan lebih efektif, sehingga siap untuk melakukan *pull up* berikutnya. *Pull Up* dianggap tidak berhasil dan tidak dihitung jika saat mengangkat badan peserta melakukan gerakan mengayun, dagu tidak menyentuh *pull up* bar saat kembali ke posisi awal, dan kedua lengan tidak dalam keadaan lurus.

Gambar di bawah ini menunjukkan rangkaian posisi tubuh yang benar saat melakukan gerakan pull up. Ilustrasi ini sangat penting untuk menggambarkan

cara yang tepat dalam melaksanakan *pull up* agar latihan dapat memberikan hasil yang optimal dan mengurangi kemungkinan cedera.



Gambar 2.2 *Pull Up*

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/9Wq6RGBGQvSFyd5m8>)

Pada kategori penilaian *pull up* dan *chinning up* memiliki perbedaan tergolong sangat signifikan. Berikut ini poin-poin penting yang terdapat dalam penilaian *pull up*, sebagai berikut ini:

- a. Hasil yang diperoleh merupakan total angkatan yang dilakukan dengan cara yang benar. Nilai yang dicatat mencerminkan frekuensi angkatan yang dilakukan dengan sikap yang ideal. Lakukan sekurang-kurangnya 10 kali dengan gerakan yang sempurna atau selama 1 menit.
- b. Peserta yang tidak mampu menyelesaikan tes ini, meskipun sudah berusaha, akan mendapatkan nilai (0) jika:
 - 1) Mengangkat tubuh untuk hitungan berikutnya sebelum siku lurus sepenuhnya.
 - 2) Saat mengangkat tubuh, dagu tidak melewati palang.
 - 3) Kaki menyentuh permukaan tanah.
- c. Hasil dari tes tersebut selanjutnya akan dikonversikan menggunakan tabel norma penilaian. Proses konversi ini dilakukan berdasarkan tabel standar penilaian *pull up*, yang bertujuan untuk menyajikan gambaran yang objektif tentang kemampuan fisik individu yang berpartisipasi. Oleh karena itu, penilaian hasil tidak sebatas pada jumlah pengulangan, namun juga memperhatikan mutu dan ketahanan gerakan yang dilakukan.

Untuk menilai sejauh mana kemampuan fisik seseorang dalam melaksanakan gerakan pull up, digunakan standar penilaian yang membagi hasil repetisi ke dalam beberapa kelompok. Penilaian ini sangat penting sebagai acuan untuk menilai kinerja dan pencapaian individu dalam aktivitas kebugaran. Nilai yang didapat dibagi menjadi lima kelompok, mulai dari "Kurang" hingga "Sempurna", berdasar pada jumlah repetisi pull up yang berhasil dilakukan.

Tabel 2.2 Norma Penilaian *Pull Up*

Skor	Ukuran/Hasil	Kreteria
5	>17	Sempurna
4	13-16	Baik Sekali
3	7-12	Baik
2	4-6	Cukup
1	1-3	Kurang

(Sumber: Buku Kesepamtaan)

2.8 *Internet Of Things (IoT)*

IoT merupakan teknologi yang membuat suatu objek dapat mengirimkan informasi melalui koneksi tanpa perlu komputer atau intervensi manusia. Jika kita melihat ke sejarah, istilah IoT pertama kali diciptakan oleh Kevin Ashton, seorang pakar teknologi dari Inggris, yang menjelaskan teknologi ini sebagai "indera" untuk komputer. IoT beroperasi dengan menggunakan instruksi program yang setiap perintahnya dapat menyebabkan interaksi antar perangkat yang saling terhubung dengan sendirinya tanpa memerlukan interaksi dari pengguna, bahkan untuk jarak yang sangat jauh. Salah satu elemen penting yang mendukung kelancaran perangkat IoT adalah jaringan internet yang berfungsi sebagai penghubung antara sistem dan perangkat. Di sisi lain, manusia hanya berperan sebagai pengawas untuk setiap aktivitas perangkat saat mereka beroperasi. Keuntungan dari pengguna IoT ini yaitu efisiensi energi, memudahkan monitor kegiatan karena kegiatan ini bisa dilakukan di mana saja dari jarak jauh.

2.9 ESP32

ESP merupakan sebuah *mikrokontroler SoC (System on Chip)* yang sudah terintegrasi dengan *WiFi* 802. 11 b/g/n, *Bluetooth* versi 4. 2, dan berbagai perangkat perifer lainnya. ESP32 adalah *chip* yang sangat komprehensif, dengan adanya prosesor, memori, dan akses ke *GPIO (General Purpose Input Output)*. ESP32 dapat berfungsi sebagai pengganti rangkaian di Arduino, dan memiliki kemampuan untuk terhubung langsung ke *wifi* (Ramadhan & Setia Budi, 2017). Pada penelitian (Adisaputra et al., 2024) berhasil mendeteksi kemiringan lengan dan kaki saat melakukan gerakan *chinninh up* dan *pull up*. ESP32 diluncurkan oleh *Espressif System* dari generasi berikutnya yaitu *mikrokontroler* ESP8266. *Chip* ini sudah dilengkapi dengan modul *wifi* dan *Bluetooth*, sehingga sangat membantu dalam pengembangan aplikasi untuk *Internet of Things*. Fitur-fitur yang dimiliki ESP32 cukup lengkap, termasuk dukungan untuk input dan output analog dan digital, PWM, SPI, I2C. Penggunaan *mikrokontroler* ESP32 sering digunakan karena sudah dirancang untuk memenuhi proyek IoT.



Gambar 2.3 ESP32

Sumber (<https://rb.gy/4mokeg>)

2.10 Sensor EMG

Sensor EMG (*Elektromiografi*) adalah perangkat yang berfungsi untuk mengukur aktivitas otot dengan menangkap sinyal listrik yang dihasilkan ketika otot berkontraksi atau berelaksasi. Alat ini memanfaatkan elektroda yang dipasang pada permukaan kulit untuk mendeteksi sinyal, kemudian sinyal tersebut diperkuat dan dibaca oleh *mikrokontroler* melalui *pin* analog. Data hasil pembacaan dapat disimpan dalam format digital dan dikirimkan ke aplikasi yang

berbasis IoT untuk ditampilkan secara langsung. Sensor EMG sangat bermanfaat dalam perangkat pemantauan olahraga karena mampu menunjukkan sejauh mana otot bekerja selama latihan, memungkinkan pengguna untuk mengawasi kinerja otot dengan tepat dan efisien.



Gambar 2.4 *Sensor EMG*

Sumber: (<https://rb.gy/b2p6nv>)

EMG merupakan teknik yang sering dipakai untuk mengindikasikan aktivitas otot dan dapat memberikan pemahaman mengenai bagaimana otot saling berhubungan yang memengaruhi pengendalian gerakan manusia, terutama dalam mengenali hubungan antar otot saat terjadi pengetatan dan pelepasan pada otot *triceps* di siku. Metode yang tidak *invasif* diterapkan dalam penelitian ini. Elektroda yang digunakan adalah Ag/AgCl (perak klorida) yang umum digunakan karena kestabilannya dalam mendeteksi sinyal listrik dari otot. Untuk menganalisis aktivitas listrik pada otot. Dalam studi ini, suatu beban diterapkan pada gerakan kontraksi untuk menentukan apakah ada hubungan antara perubahan aktivitas otot dan beban yang diterima oleh otot itu, yang dilakukan pada peserta penelitian laki-laki dan perempuan (Hani Nur Endah et al., 2024).

2.11 *Sensor Infrared*

Sensor Inframerah (IR) merupakan alat elektronik yang berfungsi untuk mengukur dan mendeteksi radiasi inframerah di sekitarnya. Penemuan radiasi inframerah secara tidak sengaja dilakukan oleh seorang astronom bernama William Herschel pada tahun 1800. Ia menemukan bahwa suhu yang diukur tepat di depan lampu merah adalah yang paling tinggi. IR tidak bisa ditangkap

oleh mata manusia, karena panjang gelombangnya lebih panjang dibandingkan dengan cahaya yang terlihat (meskipun masih termasuk dalam spektrum elektromagnetik yang sama). Setiap benda yang mengeluarkan panas juga memancarkan radiasi inframerah.



Gambar 2.5 *Sensor Infrared*

Sumber: (<https://rb.gv/fbjdv2>)

2.12 LCD 16x2

LCD 16x2 adalah layar kristal cair (*Liquid Crystal Display*) dapat menampilkan 16 karakter dalam 2 baris, sehingga totalnya 32 karakter yang memiliki *pin* untuk *power*, *ground*, *input data*, dan beberapa kontrol lainnya. Kelebihan LCD ini lebih tipis dan hemat energi dibandingkan dengan tampilan lain seperti LCD biasanya sehingga layar ini sering digunakan sebagai antarmuka antara *mikrokontroler* dengan pengguna untuk menampilkan informasi seperti sensor atau status program.



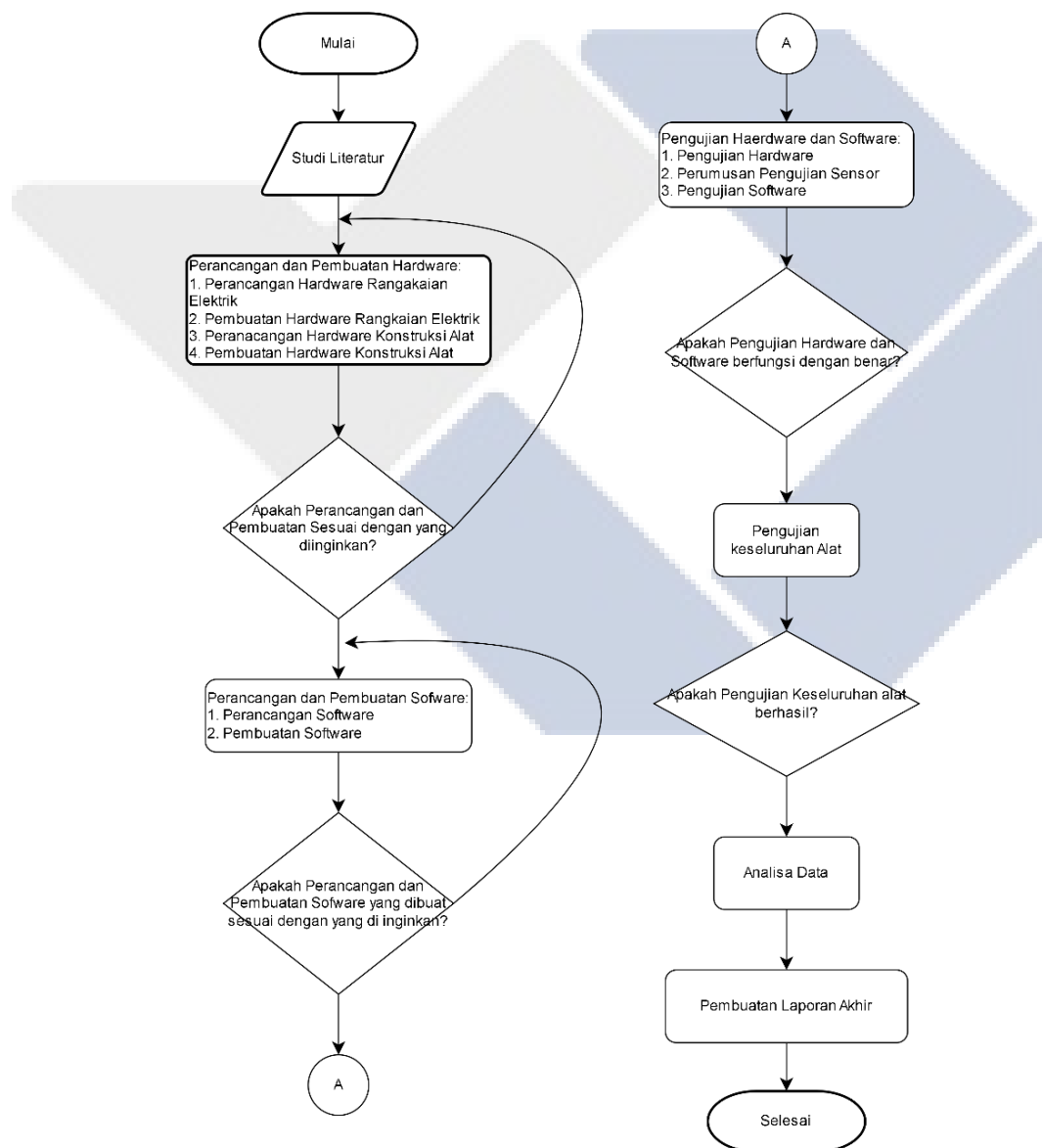
Gambar 2.6 LCD

Sumber: (<https://short-link.me/18o7P>)

BAB III

METODE PELAKSANAAN

Di bawah ini terdapat *diagram flowchat* yang menunjukkan metode pelaksanaan yang diuraikan dan dijelaskan dalam bab ini sepanjang proses penyelesaian proyek akhir.



Gambar 3.1 *Flowchat*

Di bawah ini penjelasan mengenai tahapan kerja dari cara pelaksanaan yang telah disebutkan sebelumnya.

3.1 Studi Literatur

Pada fase penelaahan literatur merupakan langkah penting yang krusial dalam pelaksanaan proyek ini, karena berfungsi sebagai landasan untuk memahami berbagai elemen teknis yang mendukung desain sistem. Untuk mendapatkan informasi melalui berbagai sumber seperti buku, jurnal, dan referensi yang dilakukan dari penelitian sebelumnya untuk mendapatkan pemahaman mendalam mengenai konsep *internet of things*, pemilihan jenis sensor yang sesuai untuk mendeteksi gerakan tubuh saat melakukan *chinning up* dan *pull up* serta pemrograman *mikrokontroler* yang mendukung koneksi *Wifi*. Di samping itu, penulis juga mengkaji pemanfaatan *Firebase* sebagai sarana penyimpanan data secara *real-time*, dan cara pengembangan antarmuka *web* dengan memanfaatkan *framework laravel* dan teknologi pendukung lainnya. Kegiatan ini melakukan pengumpulan data dengan tujuan untuk menggabungkan sensor agar dapat melakukan perhitungan repetisi dan kekuatan otot yang dikeluarkan, hal ini dilakukan guna mengatasi dan meminimalisir kekurangan yang terjadi. Hasil penelitian menjadi pedoman utama dalam perancangan sistem, dimulai dari pengumpulan data gerakan, pengolahan, hingga penyajian data melalui situs *monitoring* yang dirancang agar bisa dimanfaatkan dengan baik dan efisien oleh pengguna akhir. Data yang di kumpulkan menjadi acuan untuk tahapan proses alat pada saat digunakan.

3.2 Perancangan dan Pembuatan *Hardware*

Pada fase ini, aktivitas yang dilakukan adalah merancang dan membangun *hardware* untuk membuat Alat Perhitungan *Chinning Up* Dan *Pull Up* Berbasis *Internet Of Things* yang melibatkan pengujian fungsi tiap komponen secara terpisah sebelum dilakukan integrasi menyeluruh. Hasil dari fase ini diharapkan mampu menghasilkan alat yang andal, presisi dalam pengukuran, serta mendukung sistem pelatihan berbasis IoT secara menyeluruh.

3.2.1 Perancangan *Hardware* Rangkaian Elektronika

Perancangan dan pembangunan perangkat dilakukan untuk membentuk *box* atau wadah tempat komponen sistem penghitung gerakan *chinng up* dan *pull up*. Kontruksi ini meliputi penempatan *sensor inframerah* dan *sensor EMG (Electromiografi)*, *mikrokontroler*, serta LCD sebagai media tampilan hasil penghitung. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem kontrol yang mengatur proses pembacaan sensor, perhitungan jumlah gerakan, dan pengiriman data ke layar LCD. Konstruksi yang dibuat pada pembuatan alat ini mencakup penyusunan komponen dalam kotak pengaman (*box*) untuk menampung seluruh komponen elektronik, serta memastikan bahwa tampilan LCD dapat terlihat dengan jelas oleh pengguna.

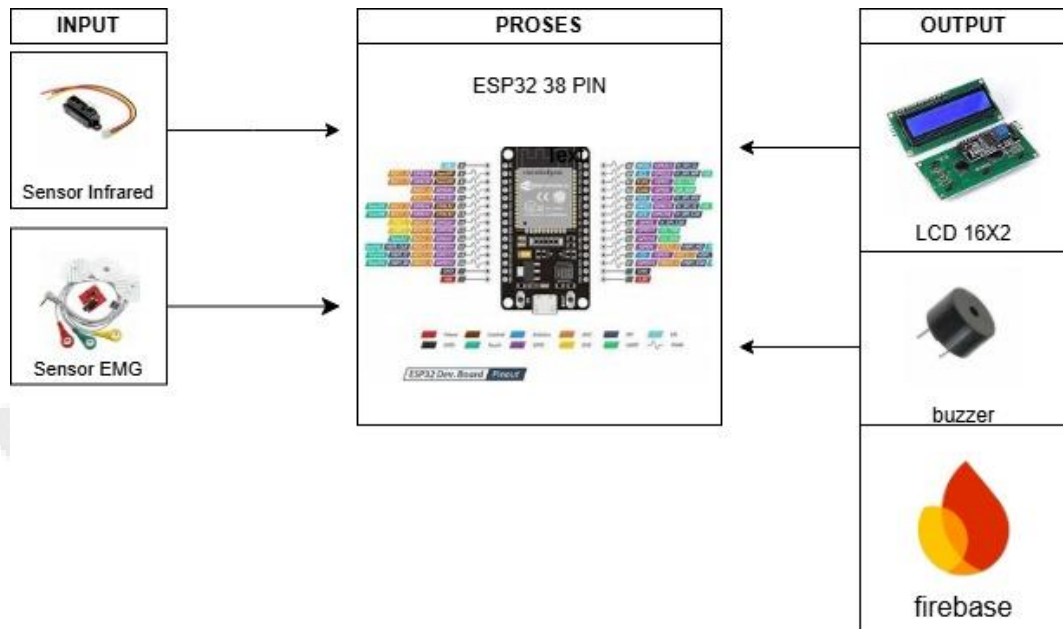
3.2.2 Pembuatan *Hardware* Rangkaian Elektronika

Pembuatan *hardware* pada bagian rangkaian elektronika dilakukan dengan merakit komponen elektronik utama yang berfungsi dalam sistem penghitung gerakan *Chinning Up* dan *Pull Up*. Komponen yang digunakan antara lain mikrokontroler seperti ESP32, *Sensor Infrared*, *Sensor EMG (Electromiografi)*, serta modul LCD sebagai media tampilan hasil perhitungan. Proses pembuatan alat ini mencakup tahap-tahap berikut:

1. Proses perakitan dimulai dari penyusunan rangkaian elektronik yang menghubungkan seluruh komponen dengan benar dan efisien agar tidak saling mengganggu.
2. *Sensor Infrared* dipasang di bagian luar atau sisi *box* dengan posisi menghadap ke area deteksi gerakan yaitu diatas *box* agar dapat digunakan untuk mendeteksi gerakan *Chinning Up* dan *Pull Up*.
3. Menyiapkan Sensor EMG (*Electromiografi*) dengan kabel fleksibel ke area tubuh pengguna.
4. ESP32 ditempatkan di dalam *box* dengan jarak aman dari komponen lainnya.
5. Pemasangan *buzzer* yang digunakan sebagai notifikasi jika kondisi tercapai.
6. LCD 16x2 dipasang di permukaan depan *box* untuk memudahkan pembacaan data.

3.2.3 Perancangan *Hardware* Konstruksi Alat

Pada langkah ini, desain sirkuit listrik dibuat menggunakan draw.io dalam pembangunan listrik. Berikutnya adalah penataan sirkuit listrik.



Gambar 3.2 Rancangan Konstruksi *Hardware*

3.2.4 Pembuatan *Hardware* Konstriksi Alat

Tahapan penggabungan semua bagian yang diperlukan dalam satu unit sistem yang berfungsi. Perakitan dimulai dengan memasukkan dan menempatkan komponen-komponen utama ke dalam *box* yang telah dirancang, yaitu sensor-sensor, LCD, ESP32, dan *Buzzer*. Setiap komponen diposisikan sesuai dengan perancangan sebelumnya, kemudian disambungkan menggunakan kabel *jumper* atau penyolderan pada rangkaian. Setelah semua komponen diposisikan, proses penyolderan dilakukan untuk menghubungkan setiap bagian rangkaian elektronik secara permanen. Proses ini perlu dilakukan dengan teliti dan cermat agar dapat menjaga kestabilan sistem secara keseluruhan.

3.3 Perancangan dan Pembuatan *Software*

Pada fase desain dan pengembangan perangkat lunak bertujuan untuk memantau kegiatan latihan *chinning up* dan *pull up* secara langsung. Sistem ini

dibuat untuk mencatat jumlah pengulangan yang dilakukan oleh pengguna dan menampilkan data hasil aktivitas otot, terutama otot *trisept* dan *biceps*, yang dihasilkan selama sesi latihan. Dengan menggunakan platform ini, pengawas atau pelatih bisa melakukan pemantauan langsung terhadap kinerja pengguna, menjadikan proses evaluasi latihan lebih objektif, terukur, dan efisien.

3.3.1 Perancangan *Software*

Perancangan perangkat lunak yang akan mengelola informasi, menyimpan hasil pelatihan, serta menampilkannya melalui antarmuka berbasis *website*. Fokus utama dari fase ini adalah membangun sistem yang dapat memperoleh data dari perangkat secara langsung dan menyajikannya dalam format yang informatif serta mudah dimengerti oleh peraga dan pengawas.

3.3.2 Pembuatan *Software*

Setelah semua rancangan disusun dengan cermat, langkah selanjutnya adalah menerapkan kode dan membangun sistem sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan sebelumnya. Berikut ini rancangan pembuatan *website* menggunakan *Balsamiq* untuk menampilkan desain visual dari berbagai halaman dalam sistem. Gambar di bawah ini memperlihatkan desain antarmuka untuk halaman admin yang bertugas mengatur jadwal latihan pengguna, informasi pengawas, dan pengaturan lain yang berhubungan dengan sistem pemantauan.

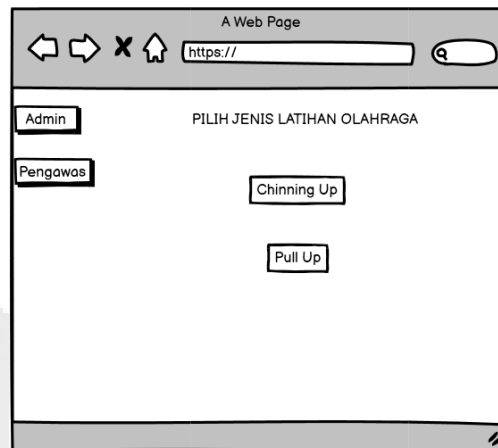
1. Tampilan Halaman Admin

The image displays two wireframe designs for an admin web page, both titled 'A Web Page' in the browser header. The left wireframe, titled 'Jadwal Latihan', features a sidebar with 'Admin', 'Pengawas', and 'Jadwal' buttons. The main content area contains form fields for 'Nama' (Chinning Up), 'Nama Pengawas' (Pull Up), 'Hari' (Senin, 17/02/2029), and 'Pukul' (08.00-09.00). The right wireframe, titled 'Input Jadwal Pelatihan', has a sidebar with 'Admin' and 'Pengawas' buttons. Its main content area includes form fields for 'Nama Atlet' (hanny), 'Nama Pengawas' (lyly), 'Hari' (senin), 'Tanggal' (a date picker), and 'Jam' (08.00:09.00), with an 'INPUTKAN' button at the bottom.

Gambar 3.3 Halaman Admin

Halaman admin ini berfungsi sebagai mengatur jadwal latihan yang melibatkan antara pengawas dan atlet. Melalui fitur ini, admin dapat mengoordinasikan waktu latihan secara terstruktur untuk memastikan efektivitas pelaksanaan kegiatan olahraga yang telah dirancang.

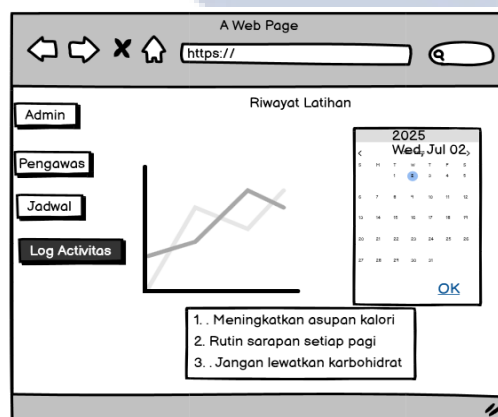
2. Tampilan Halaman Pengawas



Gambar 3.4 Halaman Pengawas

Halaman yang diperuntukkan bagi pengawas ini berfungsi sebagai media pemantauan terhadap aktivitas atlet. Dalam pelaksanaannya, pengawas memiliki tanggung jawab untuk *menginput* sejumlah parameter yang diperlukan guna mendukung kebutuhan dan capaian latihan atlet secara optimal.

3. Tampilan Halaman Atlet



Gambar 3.5 Halaman Atlet

Halaman atlet ini menampilkan data hasil latihan yang telah dilakukan. Selain itu, atlet juga dapat mengakses riwayat pelatihan sebelumnya sebagai bentuk evaluasi terhadap perkembangan kinerja secara berkala

3.4 Pengujian *Hardware* dan *Software*

Pada fase ini juga dilakukan pengujian terhadap perangkat keras dan perangkat lunak sistem Alat Perhitungan *Chinning Up* Dan *Pull Up* Berbasis *Internet Of Things* dengan tujuan dari pengujian adalah untuk mengevaluasi apakah Alat Perhitungan *Chinning Up* Dan *Pull Up* Berbasis *Internet Of Things* dapat berfungsi sesuai dengan harapan yang telah ditetapkan.

3.4.1 Pengujian *Hardware*

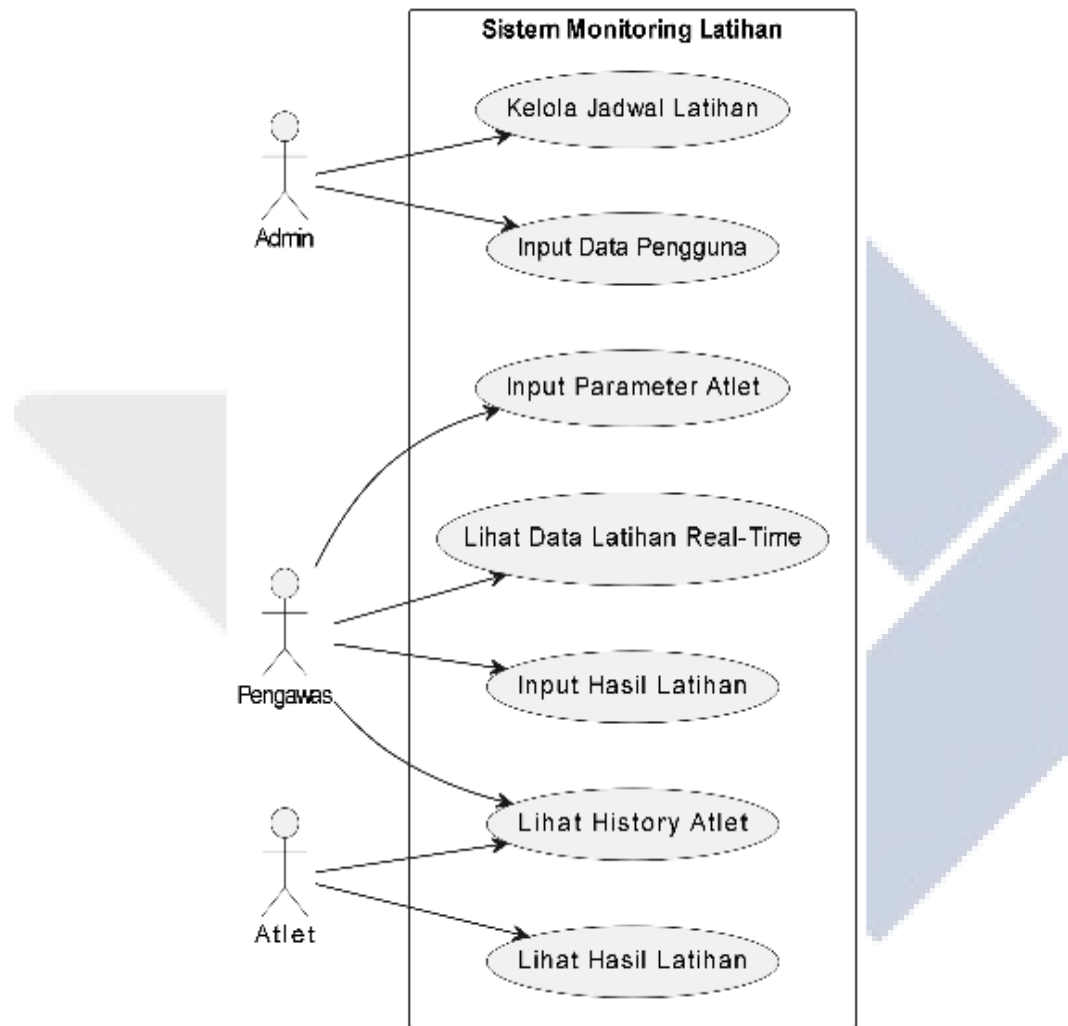
1. Uji coba ESP32 menggunakan *Sensor Infrared* Sharp GP2Y0A21 untuk menilai kemampuan sensor dalam mengenali pergerakan.
2. Uji coba ESP32 dengan *Sensor* EMG untuk menguji kemampuan dalam membaca data keluaran otot pada saat adanya gerakan.
3. Pengujian ESP32 dengan LCD 16x2 untuk melihat apakah tampilan yang sudah dibuat sedemikian rupa dapat ditampilkan.
4. Pengujian ESP32 dengan sensor-sensor, LCD, dan lainnya apakah di saat gerakan mencapai titik tercapai buzzer akan memberikan notifikasi berupa suara.

3.4.2 Pengujian *Software*

Pada uji coba perangkat lunak guna *memonitoring* data *repetisi* dan data otot biseps dan trisep melalui *website*. Dalam pengujian *website* ini menampilkan hasil *repetisi* pergerakan latihan dan waktu melalui *mobile*. Dengan menerapkan pengujian *black box*, ini berkontribusi pada pengujian fungsi keseluruhan sistem perangkat lunak. Hasil pengujian menjadi dasar evaluasi keberhasilan integrasi *software* dengan sistem IoT secara menyeluruh.

3.5 Usecase Diagram

Berdasarkan *Usecase Diagram* yang ditampilkan, sistem *monitoring* latihan pada proyek ini melibatkan.



Gambar 3.6 *Usecase Diagram*

1. Admin melakukan tugas untuk sistem sebelum sesi latihan dimulai. Tugas admin terdiri dari dua aktivitas utama, yaitu mengatur jadwal latihan, yang melibatkan penjadwalan waktu latihan antara pengawas dan atlet, menambahkan data pengguna, di mana admin dapat *menginput* atau mengelola informasi akun bagi pengguna sistem, termasuk pengawas dan atlet. Hubungan ini menunjukkan peran penting admin dalam pengelolaan sistem yang awal.

2. Pengawas memiliki peran dalam memantau dan mencatat aktivitas latihan yang dilakukan oleh atlet. pengawas juga mempunyai akses untuk *menginput* parameter atlet yang mencakup pencatatan informasi seperti tinggi badan, berat badan, atau kondisi fisik atlet sebelum latihan dimulai. Pengawas dapat melihat data latihan secara langsung, yang memungkinkan pemantauan aktivitas atlet dalam waktu nyata melalui sistem. setelah sesi latihan selesai, pengawas melakukan input hasil latihan, yaitu mencatat hasil performa atlet saat latihan. pengawas juga dapat mengakses riwayat atlet, yang berisi catatan hasil latihan sebelumnya dan berguna untuk menilai perkembangan atlet seiring waktu.
3. Atlet sebagai pengguna utama hanya memiliki akses untuk melihat hasil latihan mereka. Terdapat dua fitur yang dapat digunakan oleh atlet, yaitu Mengakses Riwayat Atlet dan Melihat Hasil Latihan. Dengan fitur-fitur ini, atlet bisa melihat hasil perkembangan latihan mereka secara berkala tanpa dapat mengubah data yang telah dicatat oleh pengawas.

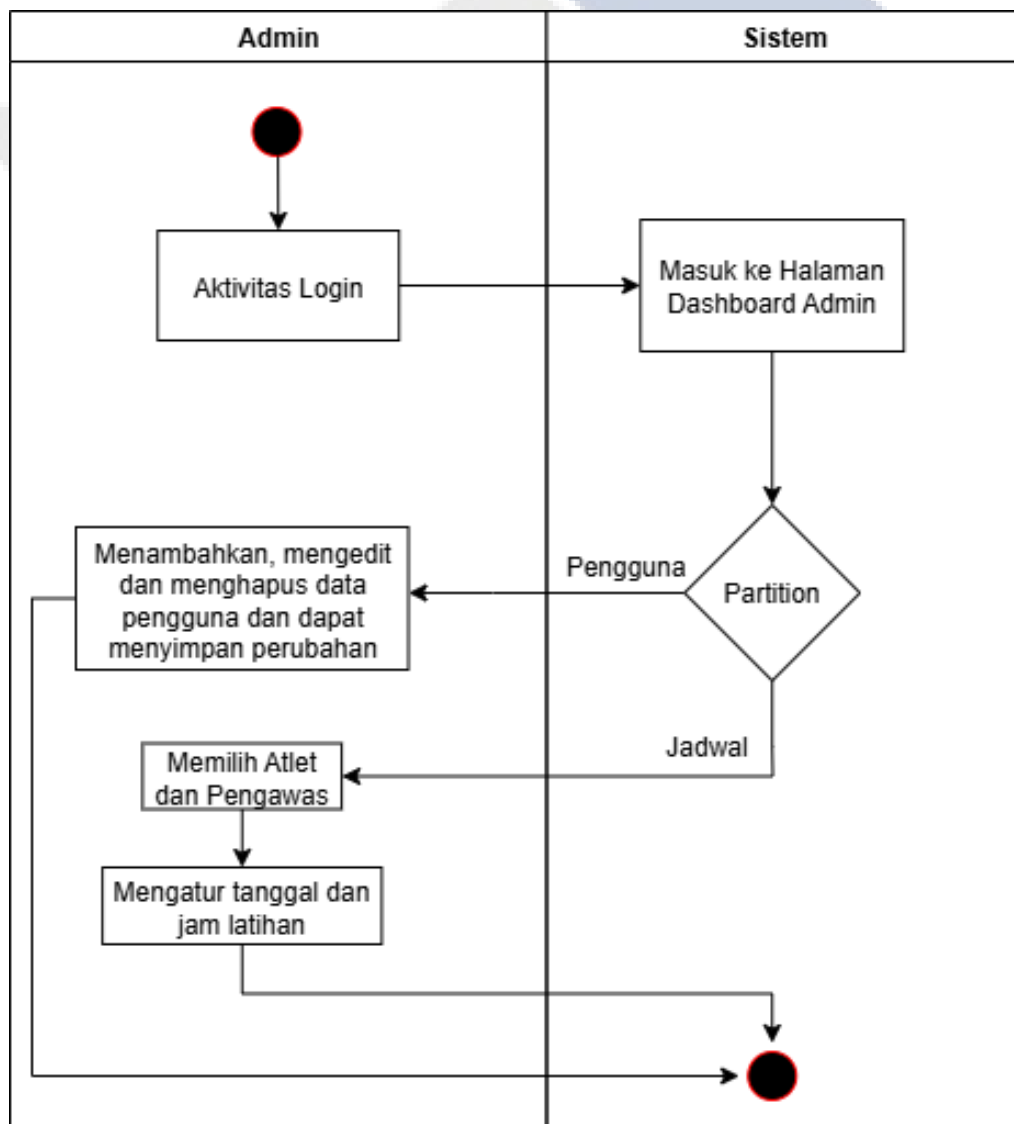
3.6 *Diagram Activity*

Diagram Activity adalah gambaran terkait alur-alur aktivitas yang akan dilakukan saat menggunakan suatu sistem. Dalam diagram ini akan menunjukkan bagaimana proses berjalan secara berurutan.

3.6.1 *Diagram Activity Admin*

Diagram *activity* admin menunjukkan urutan kerja dan interaksi yang dijalankan oleh admin dalam sistem. Proses dimulai dengan *login*, lalu sistem akan membawa admin ke halaman *dashboard*. Dari halaman tersebut, admin memiliki akses penuh untuk mengelola data pengguna, termasuk menambah, mengubah, dan menghapus informasi sesuai kebutuhan. Selain itu, admin dapat mengatur jadwal latihan dengan memilih atlet dan pengawas yang bertugas, serta menetapkan tanggal dan waktu pelaksanaan. Diagram ini memudahkan pemahaman bagaimana proses berlangsung secara terorganisir dan memperjelas tanggung jawab utama yang diemban oleh admin dalam pengelolaan sistem.

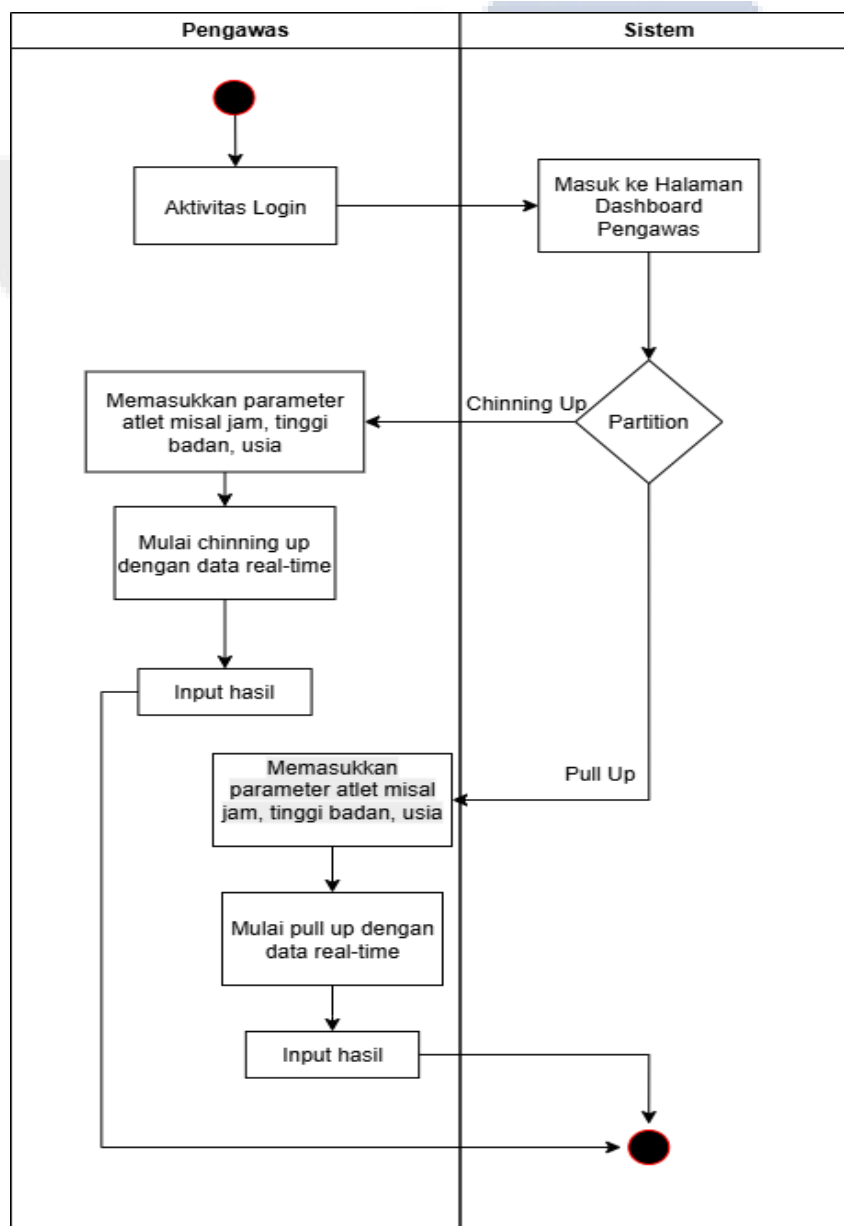
Diagram Aktivitas merupakan gambaran visual yang menunjukkan rangkaian aktivitas dalam sebuah sistem. Diagram ini mengilustrasikan urutan langkah-langkah yang diambil dari awal hingga selesai, serta memperlihatkan hubungan antar aktivitas yang berhubungan. Dengan memanfaatkan Diagram aktivitas, pengguna dapat mengerti cara kerja sistem, menemukan masalah yang mungkin timbul, dan meningkatkan efektivitas. Diagram ini juga berfungsi untuk menyampaikan proses bisnis kepada para pemangku kepentingan dan memastikan bahwa semua pihak memiliki pengertian yang seragam mengenai jalannya proses tersebut.



Gambar 3.7 Diagram Activity Admin

3.6.2 Diagram Activity Pengawas

Diagram aktivitas pengawas memperlihatkan bagaimana pengawas menjalankan tugasnya saat sesi latihan berlangsung. Proses dimulai dengan pengawas yang masuk ke dalam sistem, yang kemudian membawanya ke halaman *dashboard*. Setelah itu, pengawas menginput parameter atlet seperti waktu latihan, tinggi badan, dan usia sebagai data awal untuk memulai sesi latihan. Pengawas dapat memilih jenis latihan yang akan dilakukan, yaitu *chinning up* atau *pull up*, dan sistem akan memproses pilihan tersebut.

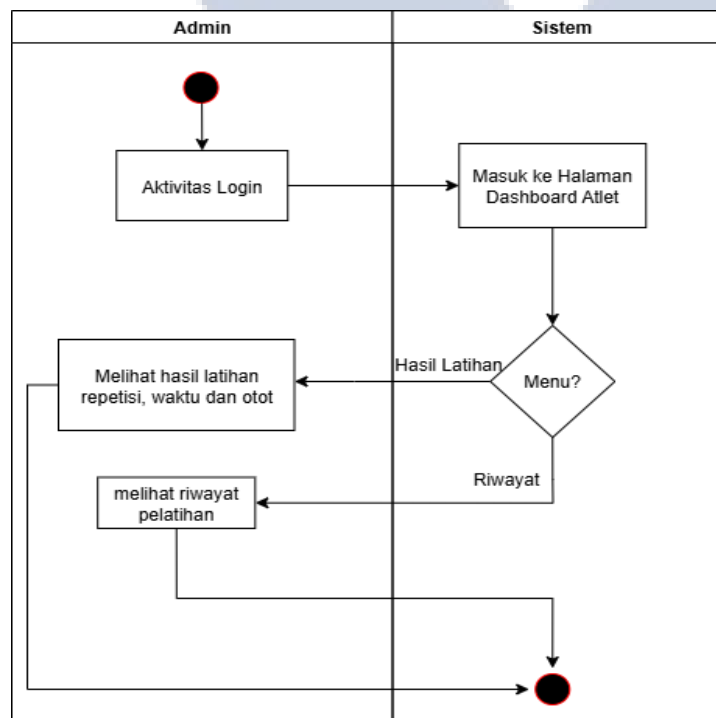


Gambar 3.8 Diagram Activity Pengawas

Selama sesi latihan, sistem akan memantau dan merekam data secara *real-time*. Setelah sesi selesai, pengawas akan mencatat hasil observasi ke dalam sistem sebagai bagian dari pendokumentasian dan evaluasi kinerja atlet. Diagram ini menyoroti peran penting pengawas dalam proses penginputan data dan pemantauan latihan secara langsung melalui antarmuka sistem.

3.6.3 Diagram Activity Atlet

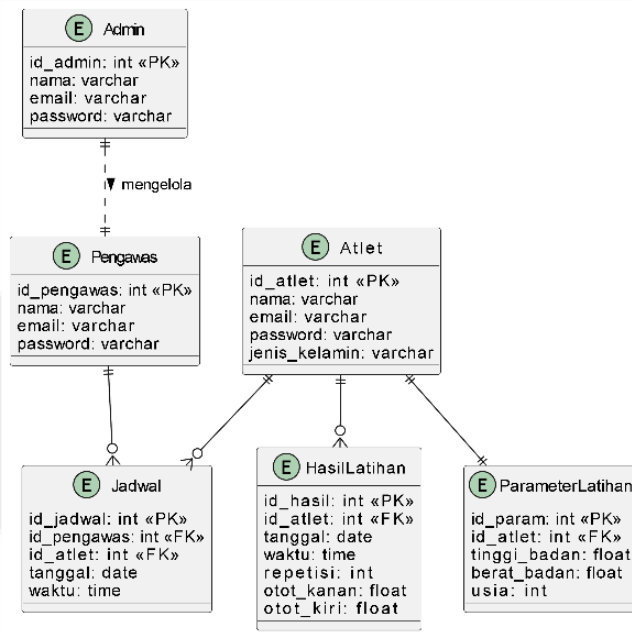
Diagram *activity* atlet menunjukkan cara atlet berinteraksi dengan sistem yang telah dibuat. Prosesnya dimulai dari saat atlet melakukan *login*, lalu sistem membawa pengguna ke halaman *dashboard* yang didedikasikan untuk atlet. Di halaman ini, atlet memiliki dua opsi utama, yaitu untuk melihat hasil latihan atau mengecek riwayat latihan sebelumnya. Jika atlet memilih untuk melihat hasil latihan, maka sistem akan menampilkan informasi seperti jumlah repetisi, durasi latihan, serta data otot yang tercatat. Sebaliknya, jika atlet memilih menu riwayat, sistem akan memperlihatkan data historis dari latihan-latihan yang telah dilalui. Diagram ini menyoroti bahwa atlet memiliki kemampuan untuk memantau kemajuan latihan mereka secara mandiri melalui sistem berbasis web yang informatif dan mudah digunakan.



Gambar 3.9 Diagram Activity Atlet

3.7 ERD

Diagram ERD (*Entity Relationship Diagram*) ini menggambarkan struktur basis data untuk sistem *monitoring* latihan yang melibatkan tiga entitas utama, yaitu Admin, Pengawas, dan Atlet, serta entitas tambahan berupa Jadwal, Hasil Latihan, dan Parameter Latihan.



Gambar 3.10 Entity Relationship Diagram

Pada entitas admin memiliki atribut *id admin*, *nama*, *email*, dan *password* yang bertujuan untuk mengenali serta *mengautentikasi* administrator sistem. Admin terhubung secara satu ke banyak dengan entitas pengawas, yang ditandai oleh hubungan “mengelola”, yang berarti satu admin bisa mengelola beberapa pengawas. Setiap Pengawas memiliki atribut yang mirip dengan *admin*, yaitu *id pengawas*, *nama*, *email*, dan *password*. Berikut ini point-point dari *entity relationship diagram*:

1. Pada *entitas atlet* menyimpan data pengguna sistem akhir dengan atribut *id atlet*, *nama*, *email*, *password*, dan *jenis kelamin*. Entitas ini menjadi fokus dari dua hubungan penting, yaitu dengan entitas *Jadwal*, *Hasil Latihan*, dan *Parameter Latihan*, karena seluruh aktivitas dalam sistem terpusat pada performa serta keadaan atlet.

2. Pada *entitas jadwal* menghubungkan pengawas dan atlet melalui atribut id jadwal, id pengawas, id atlet, tanggal, dan waktu. Hubungan ini menunjukkan bahwa seorang pengawas dapat memiliki banyak jadwal dengan berbagai atlet, dan sebaliknya, seorang atlet juga dapat memiliki beberapa sesi jadwal dengan pengawas yang berbeda.
3. Pada *entitas* hasil latihan mencatat data aktivitas latihan atlet, dengan atribut id hasil, id atlet, tanggal, waktu, repetisi, dan hasil sensor seperti otot kanan dan otot kiri. Data ini sangat penting untuk menilai perkembangan latihan dalam bentuk kuantitatif.
4. Di sisi lain, entitas *parameter* latihan menyimpan informasi dasar atau kondisi fisik atlet sebelum memulai latihan, termasuk tinggi badan, berat badan, dan usia.

3.8 Evaluasi dan Perbaikan

Setelah pengembangan dan pengujian seluruh sistem berhasil, tahap penilaian dan peningkatan dilakukan. Menganalisis temuan pengujian dari perspektif perangkat lunak dan perangkat keras adalah bagian dari evaluasi. Untuk memastikan bahwa alat penghitung *chinning up* dan *pull up* berfungsi sebagaimana mestinya, pengujian ekstensif dilakukan. Keakuratan pada sistem, kenyamanan pengguna, dan kemudahan penggunaan juga dievaluasi. Sejumlah pengamatan signifikan yang perlu diperbaiki diidentifikasi dari hasil evaluasi. Contohnya, untuk mencegah penundaan hasil pembacaan, reaksi sensor inframerah terhadap gerakan cepat masih perlu ditingkatkan. Antarmuka pengguna pada halaman web juga diperbaiki agar informasi lebih mudah diakses dan dipahami oleh pengawas dan atlet. Perbaikan yang dilakukan penyesuaian posisi sensor, optimalisasi kode program pada ESP32, dan pembaharuan tampilan grafis hasil latihan pada *dashboard monitoring*. Langkah perbaikan ini bertujuan memastikan bahwa sistem yang dikembangkan tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga memberikan pengalaman pengguna yang maksimal. Hasil perbaikan kemudian diuji kembali dengan pendekatan yang sama untuk memvalidasi peningkatan performa dan akurasi alat secara keseluruhan.

3.9 Penyelesaian Laporan Akhir dan Penyempurnaan

Setelah serangkaian kegiatan penelitian dan pengembangan alat selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah penyusunan laporan akhir. Proses penyusunan laporan dilakukan secara bertahap dengan menyesuaikan hasil kerja pada setiap tahap pengembangan, mulai dari studi literatur, perancangan, implementasi, hingga pengujian sistem. Penyusunan laporan ini tidak hanya mencerminkan dokumentasi teknis proyek, tetapi juga sebagai bentuk refleksi atas proses yang telah dilalui. Seluruh isi laporan ditinjau ulang secara menyeluruh untuk memastikan kesesuaian antara isi, data, dan format penulisan. Revisi dilakukan pada bagian-bagian yang dianggap kurang jelas, serta penyesuaian mengikuti pedoman penulisan tulis ilmiah yang berlaku di institusi.

Selain memperbaiki isi laporan, dokumentasi visual seperti diagram, grafik, dan foto pengujian juga diperbaiki untuk mendukung narasi secara komprehensif. Tahap akhir ini diharapkan dapat menghasilkan dokumen laporan akhir yang informatif, sistematis, dan dapat dipertanggungjawabkan secara akademis dan teknis.

Pembuatan laporan akhir dilakukan setelah sejumlah tugas penelitian dan pengembangan alat selesai dilakukan. Dengan memodifikasi hasil kerja di setiap tahap pengembangan-dari tinjauan literatur hingga desain, implementasi, dan pengujian sistem-proses penyusunan laporan diselesaikan secara bertahap.

Pembuatan laporan ini berfungsi sebagai refleksi dari proses yang telah diselesaikan selain sebagai dokumentasi teknis proyek. Seluruh isi laporan diperiksa dengan cermat untuk memastikan bahwa fakta, gaya penulisan, dan substansi semuanya saling mendukung. Aturan penyusunan artikel ilmiah yang berlaku di universitas dimodifikasi, dan bagian-bagian yang dianggap kurang jelas direvisi.

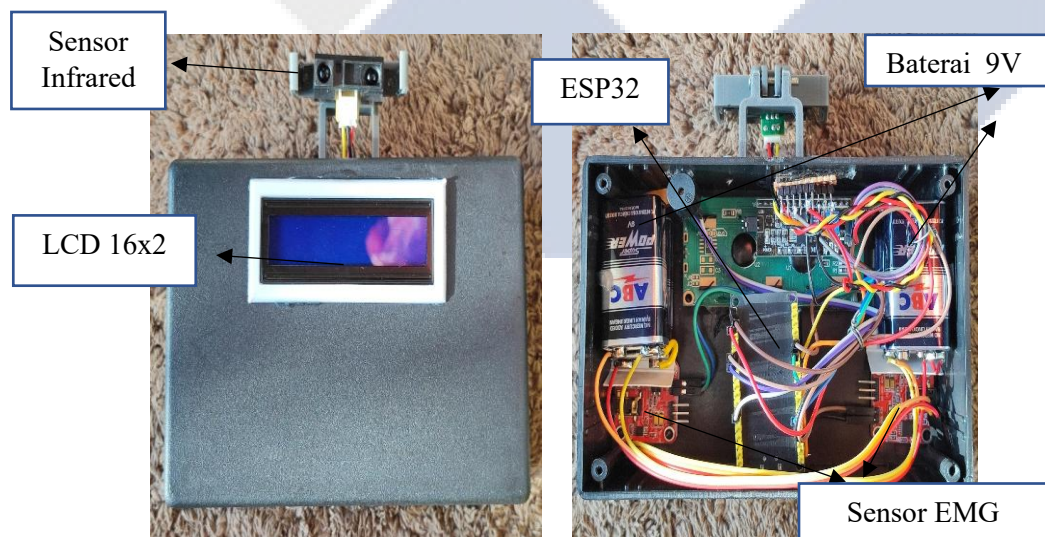
BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Perancangan dan Pembuatan *Hardware Box* Penghitung

Selama proses perancangan dan pembuatan perangkat keras, terdapat perencanaan terkait letak komponen dan alat pendukung yang akan diterapkan dalam kotak tampilan untuk jumlah repetisi yang tercapai serta ukuran otot yang dihasilkan. Rencana yang disusun dalam proyek ini dijadikan acuan dalam memproduksi peralatan yang telah direncanakan sebelumnya untuk kotak tampilan jumlah repetisi dan ukuran otot.

Dalam pembuatan kotak tampilan untuk jumlah repetisi dan ukuran otot, diperoleh bahwa penggunaannya cukup efisien dalam menghitung repetisi dari gerakan *Chinning Up* dan *Pull Up* serta menunjukkan ukuran otot yang dihasilkan saat melakukan gerakan tersebut. Berikut adalah kotak tampilan untuk jumlah repetisi dan ukuran otot yang telah dibuat.



Gambar 4. 1 Kotak Penghitung

Pembuatan wadah untuk menampilkan jumlah repetisi dan hasil ukuran otot dapat berjalan dengan baik karena di dalam wadah tersebut terdapat dua tipe

sensor. Pertama, untuk menghitung gerakan *Chinning Up* dan *Pull Up*, digunakan *Sensor Infrared* yang dipasang di bagian atas wadah. Sementara itu, untuk mengukur hasil ukuran otot, terdapat dua *Sensor EMG* yang diletakkan di sisi kanan dan kiri wadah. Wadah ini ditempatkan di tengah-tengah palang *Pull Up Bar* agar mudah terlihat oleh pengguna.

4.2 Perancangan dan Pembuatan Hardware Elektrik

Perancangan dan pengembangan perangkat keras listrik yang berfungsi untuk mengendalikan komponen alat yang digunakan dalam mendeteksi gerakan *Chinning Up* dan *Pull Up*. Setelah merampungkan perencanaan perangkat keras, langkah berikutnya adalah membuat *diagram blok*. *Diagram blok* memiliki beberapa kegunaan, di antaranya adalah menjelaskan metode operasi alat, mengevaluasi efisiensi sebuah rangkaian listrik, dan mempermudah dalam mendeteksi kesalahan pada alat yang sedang beroperasi dan digunakan.

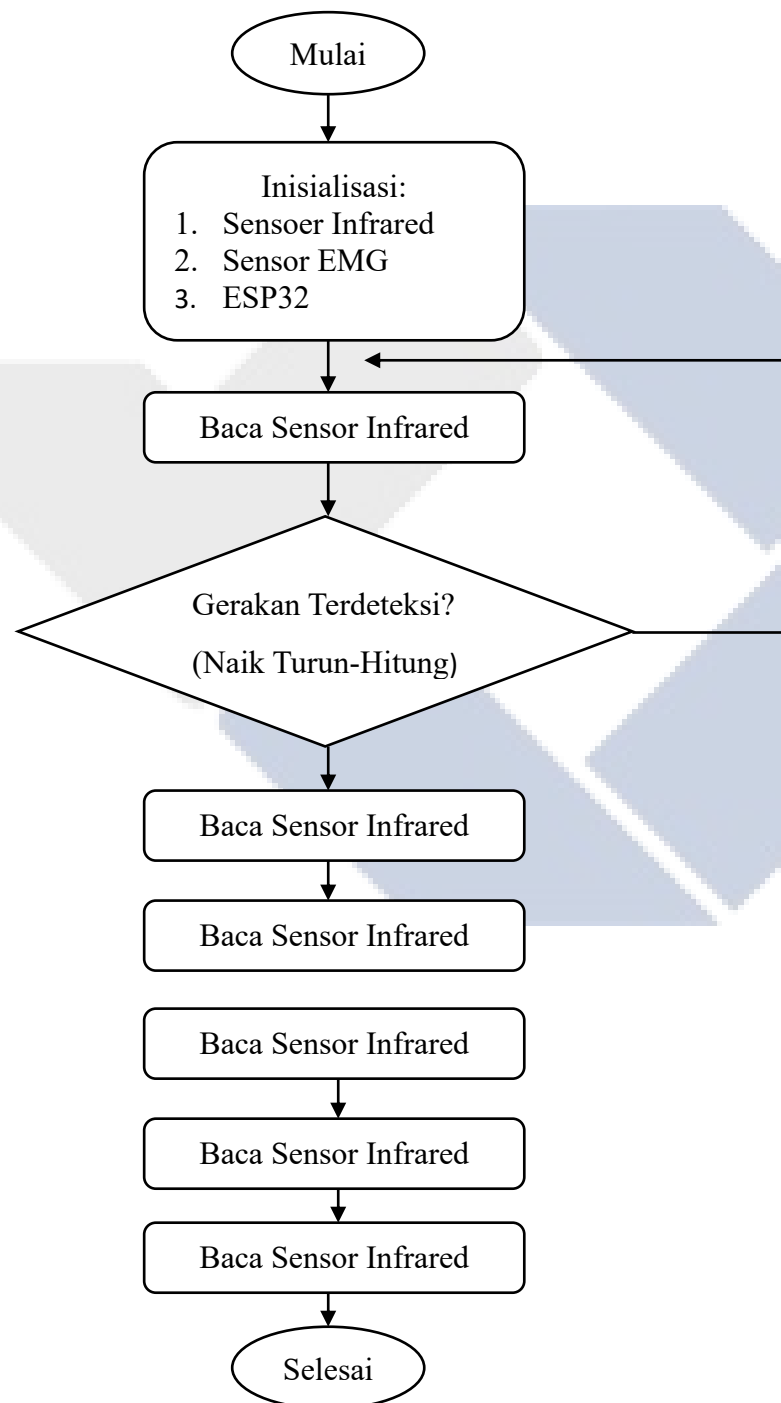
Langkah selanjutnya merancang rangkaian listrik perangkat keras pada gambar untuk menempatkan peralatan listrik seperti sensor, ESP32, LCD, dan *buzzer*. Berikut adalah hasil dari pembuatan perangkat keras listrik yang ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Box tampilan repetisi dan otot

4.3 Flowchart Sistem Kontrol

Flowchart sistem kontrol disusun untuk memberikan pemahaman tentang cara kerja alat dalam sistem pengendalian yang telah direncanakan. Di bawah ini adalah *flowchart* dari sistem yang ditampilkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Flowchart Sistem

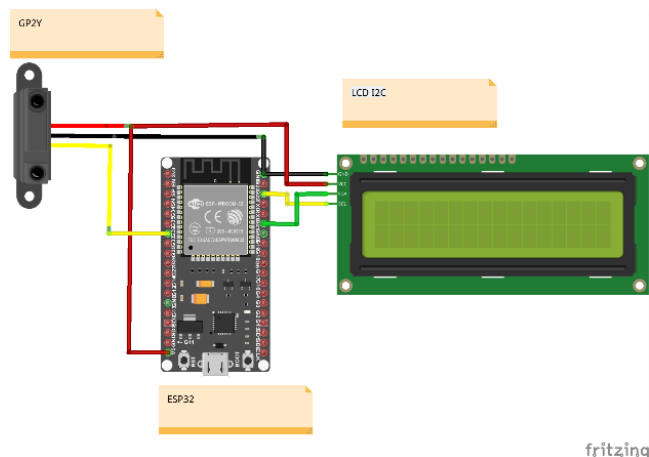
Pada gambar 4. 3 di atas, ditampilkan *Flowchart* untuk sistem kerja alat penghitung *Chinning Up* dan *Pull Up* yang terintegrasi dengan *Internet of Things*. Proses kerja sistem ini dimulai ketika semua komponen seperti *Sensor Infrared*, *Sensor EMG*, dan koneksi *Wifi* pada ESP terealisasi dengan baik. Setelah itu, *sensor infrared* akan mendeteksi posisi kepala pengguna untuk mengenali gerakan naik dan turun saat berlatih. Sistem mencatat satu repetisi ketika mendeteksi pergerakan naik dan turun. Kemudian, sensor EMG mulai mengukur sinyal dari otot, dan informasi dari sensor EMG dan IR direkam serta dikirim ke server melalui *wifi* agar bisa ditampilkan di situs web. Prosedur ini berjalan secara otomatis sampai latihan berakhir.

4.4 Pengujian *Hardware* Elektrik

Pengujian *Hardware* elektrik ini dilakukan bertujuan untuk mengevaluasi apakah komponen yang tercantum sesuai digunakan dalam untuk proyek ini. *Sensor Infrared*, *Sensor EMG*, ESP32, LCD 16x2, dan *buzzer* adalah komponen yang digunakan.

4.4.1 Pengujian *Sensor Infrared*

Sensor jarak GP2Y0A21 adalah *sensor infrared analog* yang berfungsi untuk mengukur jarak objek dari sensor secara *real-time*. *Sensor* ini bekerja dengan prinsip pantulan cahaya *infra* merah dan menghasilkan nilai analog yang sesuai dengan jarak objek.



Gambar 4.4 *Wiring Sensor Infrared* pada LCD 16x2

Pada sensor GP2Y0A21 terdapat tiga kabel utama, yaitu kabel merah, hitam, dan hijau. Kabel merah dihubungkan ke *pin* Vcc (3.3V atau 5V) pada ESP32, kabel hitam terhubung ke GND, sementara kabel hijau (sinyal analog) terhubung ke *pin input* analog WSP32, misalnya *pin* A0 atau *pin* lain yang tersedia. Pada sistem ini juga digunakan layar LCD 16x2 untuk menampilkan hasil pembacaan jarak dari *sensor*. Modul ini memiliki empat *pin*: Vcc, GND, SDA, SCL. *Pin-pin* ini dihubungkan ke *pin* 12C ESP32, yaitu SCL ke *pin* D22 dan SDA ke *pin* D21. Setelah semua koneksi dilakukan dengan benar, alat diuji dengan meletakkan objek di depan sensor GP2Y0A21. Jarak objek divariasikan, kemudian diamati perubahan nilai jarak yang muncul dilayar LCD. Pada saat objek didekatkan, nilai pada LCD akan menurun, dan sebaliknya akan meningkat jika objek di jauhkan. Proses pengujian dilakukan beberapa kali untuk memastikan bahwa sensor dapat membaca jarak secara akurat dan responsif. Selain itu, *buzzer* akan berbunyi jika objek terdeteksi terlalu dekat sesuai dengan logika program. Bandingkan hasil pengukuran jarak oleh sensor GP2Y0A21 dengan penggaris atau alat ukur jarak lain sebagai pembanding untuk memverifikasi akurasi sensor.

Rangkaian *Hardware* untuk tampilan repetisi gerakan dengan LCD 16x2 ditunjukkan pada gambar 4.4. *Sensor Infrared* GP2Y0A21 terhubung ke ESP32. Dibawah ini tabel skema dari *Sensor Infrared* di bawah ini.

Tabel 4.1 Skema Rangkaian *Hardware* Sensor *Infrared* GP2Y0A21

<i>Pin</i> Sensor GP2Y0A21	<i>Pin</i> ESP32
Vcc	5V
GND	GND
Output Analog (Sinyal Jarak)	A0

Hasil pengujian *sensor infrared* GP2Y0A21 disajikan pada tabel di bawah ini. *Sensor infrared* GP2Y0A21 digunakan secara bersamaan dengan cara mengukur jarak (cm). Selama proses pengujian, alat pengukur berhasil menghasilkan sinyal tegangan analog yang konsisten dan berbanding lurus dengan

jarak objek, yang juga dapat ditampilkan di layar pemantauan. Temuan ini membuktikan bahwa alat pengukur dapat berfungsi dengan baik dalam sistem untuk mendeteksi pergerakan atau perubahan posisi dalam aktivitas fisik, seperti pull up dan chinning up. Berikut tabel hasil pengujian *sensor infrared* yang sudah dilakukan.

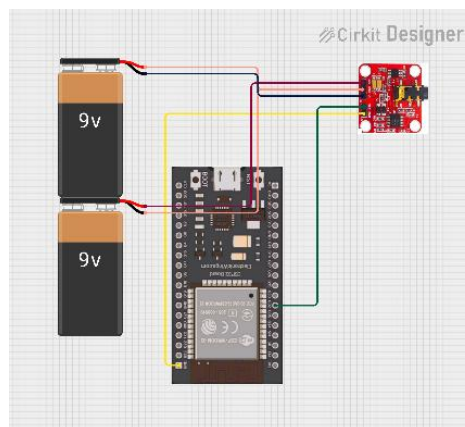
Tabel 4.2 Data Pengujian *Sensor Infrared* GP2Y0A21

No	Kondisi	Sensor Infrared (cm)	Alat ukur (cm)	Selisih (cm)	Presentase Error (%)
1	Jarak dekat	10.4	10.0	0.4	4,00%
2	Jarak menengah	29.5	30.0	0.5	1,67%

Hasil pengujian *sensor infrared* GP2Y0A21 menunjukkan rata-rata *Error* sebesar 2,84% seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.2. *diperkirakan* bahwa *sensor infrared* ini mampu mendeteksi pergerakan dengan akurasi 97,16%.

4.4.2 Pengujian *Sensor* EMG

Pengujian *Sensor* EMG bertujuan untuk mengetahui apakah sensor mampu mendeteksi sinyal listrik otot dengan baik dan mengonversinya menjadi informasi digital yang dapat dibaca oleh *mikrokontroler*. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa sensor bekerja secara fungsional dalam sistem.



Gambar 4.5 *Wiring Sensor* EMG pada LCD 16x2

Rangkaian *Hardware* untuk menguji Sensor EMG digambarkan pada gambar 4.5. Sensor EMG terhubung pada ESP32. Berikut tabel skema dari Sensor EMG disediakan di bawah ini.

Tabel 4.3 Skema Rangkaian *Hardware* Sensor EMG

<i>Pin</i> Sensor EMG Kanan/Kirii	<i>Pin</i> ESP32
VCC	3.3V
GND	GND
OUT	GPIO 34 (VN)

Sensor EMG memiliki tiga *pin* utama, Vcc ke *pin* 3.3V, GND ke *pin* GND, dan OUT ke *pin* analog *input* ESP32 GPIO 36. Untuk menampilkan hasil pembacaan sinyal EMG, digunakan LCD 16x2 yang terhubung ke ESP32. Elektroda sensor EMG ditempelkan pada otot yang aktif, seperti otot lengan atas (*biceps*). Saat otot ditegangkan, sinyal listrik otot akan meningkat dan terbaca oleh *pin* analog. Nilai ini kemudian ditampilkan di LCD sebagai indikasi bahwa sensor bekerja. Jika perubahan nilai sesuai dengan aktivitas otot, maka sensor EMG dinyatakan bekerja dengan baik.

Tabel 4.4 Data Pengujian Sensor EMG

No	Kondisi Otot	Nilai EMG Kanan (ADC)	Status EMG Kanan	Nilai EMG Kiri (ADC)	Status EMG Kiri	Keterangan gerakan
1	Rileks	210	Rendah	195	Rendah	Posisi sebelum mulai menarik tubuh
2	Mulai tegang	430	Sedang	410	Sedang	Awal tarikan, otot mulai aktif
3	Tegang sedang	680	Tinggi	645	Tinggi	Posisi tengah saat tubuh sedang ditarik ke atas
4	Tegang maksimal	900	Sangat tinggi	870	Sangat tinggi	Titik tertinggi saat dagu melewati palang
5	Rileks kembali	200	Rendah	190	Rendah	Tubuh kembali turun dan otot kembali rileks

Pengujian terhadap sensor EMG dilakukan untuk menilai seberapa baik sensor ini dapat mendeteksi aktivitas listrik otot pada saat melakukan gerakan *chinning up* atau *pull up*. Sensor tersebut dipasang pada otot *biceps* di kanan dan kiri untuk merekam sinyal listrik otot secara langsung, yang selanjutnya diolah oleh mikrokontroler ESP32 dan ditampilkan dalam bentuk nilai analog. Nilai tersebut merepresentasikan seberapa besar tenaga otot yang digunakan saat pengguna melakukan gerakan secara bertahap.

Dalam pengujian ini, terdapat lima tahap yang mencerminkan satu siklus penuh dari gerakan *pull up*, yang dimulai dari keadaan awal (*rileks*), saat memulai tarikan tubuh, saat berada di posisi tengah, saat mencapai posisi tertinggi, dan saat tubuh diturunkan kembali. Setiap tahap menghasilkan nilai EMG yang berbeda untuk sisi kanan dan kiri.

Pada tahap awal, ketika pengguna tidak melakukan gerakan (dalam posisi *rileks*), nilai keluaran dari sensor EMG di kanan dan kiri berkisar antara 190-210. Nilai ini menunjukkan bahwa otot belum aktif. Ketika pengguna mulai menarik tubuh, angka ini meningkat menjadi sekitar 410-430, yang menandakan bahwa otot mulai berkontraksi meskipun belum dengan intensitas yang tinggi.

Selanjutnya, saat tubuh berada di posisi tengah yakni saat beban tubuh sudah ditarik ke atas namun belum mencapai puncak nilai EMG meningkat secara signifikan menjadi sekitar 645-680. Ini menunjukkan bahwa otot bekerja lebih keras dibandingkan dengan tahap sebelumnya. Ketika mencapai titik tertinggi, yakni saat dagu pengguna berada di atas palang *pull up*, sensor mencatat nilai tertinggi antara 870-900. Ini menjadi indikasi puncaknya kontraksi otot *biceps*, di mana energi untuk mempertahankan posisi itu berada pada puncaknya.

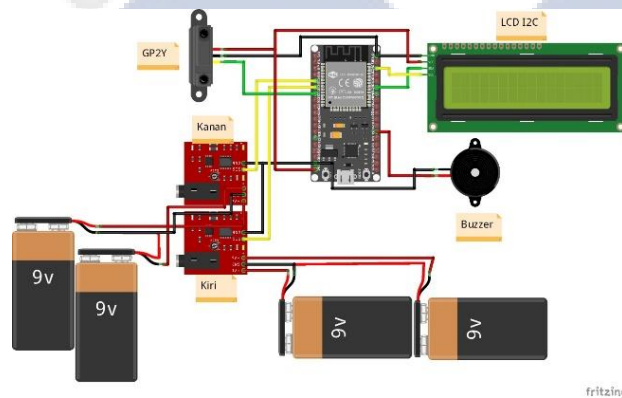
Setelah tahap itu, saat pengguna mulai menurunkan tubuh kembali ke posisi awal, otot perlahan mulai rileks. Nilai EMG pun kembali turun ke kisaran awal, sekitar 190-200. Data ini menunjukkan bahwa sensor EMG dapat secara jelas dan konsisten mendeteksi perubahan aktivitas otot selama satu siklus gerakan.

Berdasarkan hasil pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa sensor EMG efektif dalam merespons perubahan kontraksi otot. Pembacaan sinyal di sisi kanan

dan kiri juga menunjukkan pola keseimbangan, yang menunjukkan bahwa sistem ini mampu memantau aktivitas fisik secara langsung dengan tingkat akurasi yang baik. Temuan ini menguatkan bahwa sensor EMG pantas digunakan dalam perangkat berbasis IoT yang bertujuan untuk secara otomatis memantau performa fisik dan jumlah repetisi gerakan.

4.1.3 Pengujian ESP32

Pengujian ESP32 bertujuan untuk mengetahui apakah ESP32 mampu terhubung ke *wifi smartphone*. Menghubungkan ESP32 dengan komponen yang lainnya merupakan cara untuk mengevaluasi apakah ESP32 dapat terhubung atau tidak. Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap modul ESP32 yang berfungsi sebagai *mikrokontroler* utama dalam sistem pemantauan dan pengendalian otomatis alat. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa ESP32 dapat berperan sebagai pusat kontrol dan komunikasi, termasuk dalam mengelola data dari sensor, menjalankan logika sistem, serta mengirim dan menerima informasi melalui jaringan *Wi-Fi*.



Gambar 4.6 Wiring Pengujian ESP32

ESP32 terhubung dengan sejumlah komponen penting, seperti sensor GP2Y0A21 untuk mendeteksi keberadaan objek, sensor EMG untuk mendeteksi aktivitas otot, serta layar LCD 16x2 yang berfungsi sebagai media untuk menampilkan informasi. Selain itu, ESP32 juga terhubung dengan modul *wi-fi* internal yang memungkinkan pengiriman data secara langsung ke platform IoT

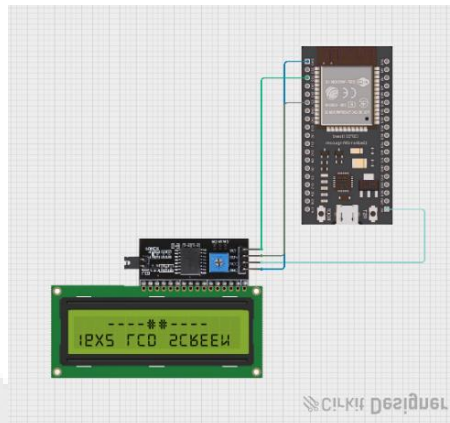
atau aplikasi di *smartphone*. Dalam pengujian awal, ESP32 dihubungkan ke laptop menggunakan kabel USB untuk proses pemrograman dengan *Arduino IDE*. Setelah pengunduhan program berhasil, dilakukan pemantauan terhadap setiap *pin* yang terhubung dengan sensor. Data dari sensor ditampilkan di serial monitor untuk memastikan bahwa sinyal diterima dengan baik. Hasil tersebut juga divalidasi melalui tampilan di LCD I2C dan respons *output* yang berupa bunyi *buzzer* sebagai tanda indikator.

Selain menguji komunikasi antar komponen, kemampuan ESP32 untuk terhubung ke jaringan *wi-fi* juga diuji. Pada tahap ini, modul ESP32 dikonfigurasi dengan SSID dan kata sandi *wi-fi*, diikuti dengan proses pemasangan dengan *smartphone*. Jika koneksi berhasil, maka indikator koneksi akan menyala dan data dari sensor bisa diakses melalui platform berbasis internet. Dari hasil pengujian yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa ESP32 berfungsi dengan baik sebagai pusat sistem. Modul ini dapat menangani proses *input*, pemrosesan logika, serta *output* dan komunikasi data dengan efisien, sehingga sangat cocok digunakan dalam sistem pemantauan dan pengendalian otomatis yang dikembangkan dalam penelitian ini

4.1.4 Pengujian LCD16x2

Pengujian LCD 16x2 dilakukan untuk menjamin bahwa modul tampilan ini dapat menunjukkan data dari sensor secara langsung sebagai media informasi visual untuk pengguna. LCD yang dipakai adalah jenis 16x2, yang menawarkan efisiensi penggunaan *pin* karena hanya membutuhkan dua jalur komunikasi, yaitu SDA dan SCL. Setelah koneksi selesai, pemrograman ESP32 dilakukan menggunakan library pendukung untuk memudahkan proses komunikasi antara *mikrokontroler* dan LCD. Selanjutnya, tes awal tampilkan teks statis seperti “Sistem Siap” atau “*Monitoring Aktif*” untuk memastikan bahwa LCD berfungsi dengan baik. Pengujian dilanjutkan dengan menampilkan data secara langsung dari sensor.

Selama proses pengujian, LCD berhasil menampilkan informasi sesuai dengan perintah dari *mikrokontroler*. Perubahan data di layar juga berlangsung responsif tanpa ada penundaan yang berarti. Hal ini menunjukkan bahwa komunikasi I2C antara ESP32 dan LCD berjalan dengan lancar.



Gambar 4.7 *Wiring* Pengujian ESP32

Tabel 4.5 Skema Rangkaian *Hardware* LCD 16x2

<i>Pin</i> LCD	<i>Pin</i> ESP32
VCC	3.3V
GND	GND
SDA	GPIO21
SCL	GPIO22

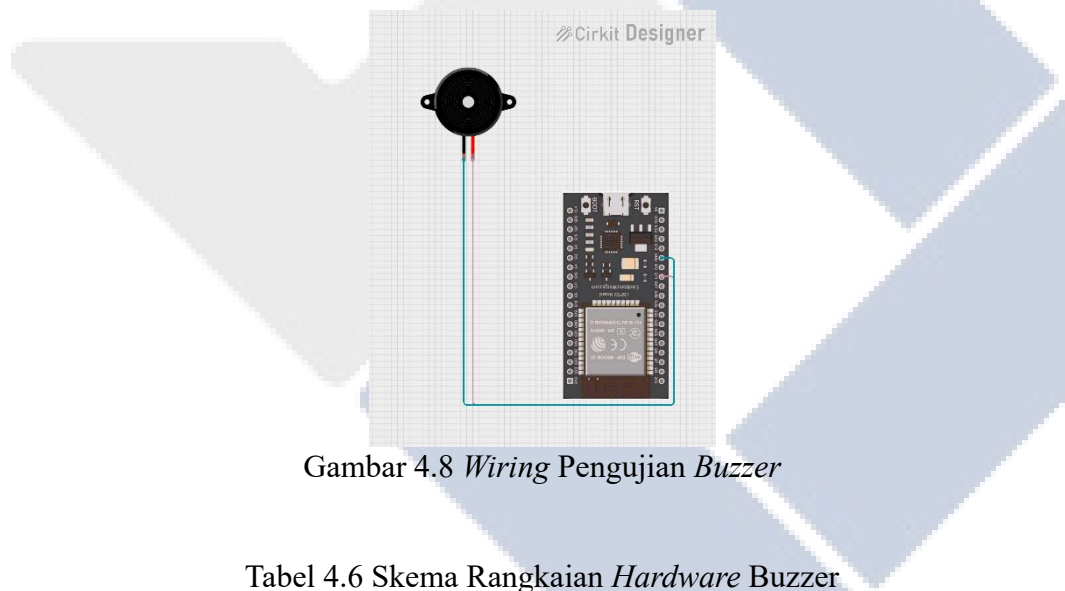
Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa LCD 16x2 dapat menjalankan perannya dengan baik sebagai komponen *output* yang memberikan informasi langsung kepada pengguna mengenai kondisi sensor dan sistem secara keseluruhan.

4.1.5 Pengujian *Buzzer*

Pengujian pada *buzzer* dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat pengeluaran suara ini dapat berfungsi sesuai dengan logika sistem yang telah diprogram pada ESP32. *Buzzer* berperan sebagai alat yang memberikan peringatan atau notifikasi audio ketika kondisi tertentu dari sensor telah tercapai,

seperti suksesnya mendeteksi gerakan *pull-up* atau *chin-up*. Program yang ada di ESP32 dirancang agar *buzzer* berbunyi saat sistem menerima kondisi *Infrared* GP2Y mendeteksi gerakan dari pengguna.

Pengujian dilakukan dengan mengaktifkan kondisi logika yang telah ditentukan, baik secara manual maupun dengan mensimulasikan sinyal dari sensor. Hasilnya, *buzzer* mengeluarkan bunyi pendek (*beep*) ketika sistem mendeteksi satu kali gerakan *pull-up* atau *chin-up*. Dalam beberapa pengujian, *buzzer* juga diatur untuk mengeluarkan suara dengan durasi yang berbeda sebagai bentuk perbedaan status (misalnya, bunyi panjang untuk tanda kondisi yang tidak normal).



Gambar 4.8 Wiring Pengujian Buzzer

Tabel 4.6 Skema Rangkaian *Hardware* Buzzer

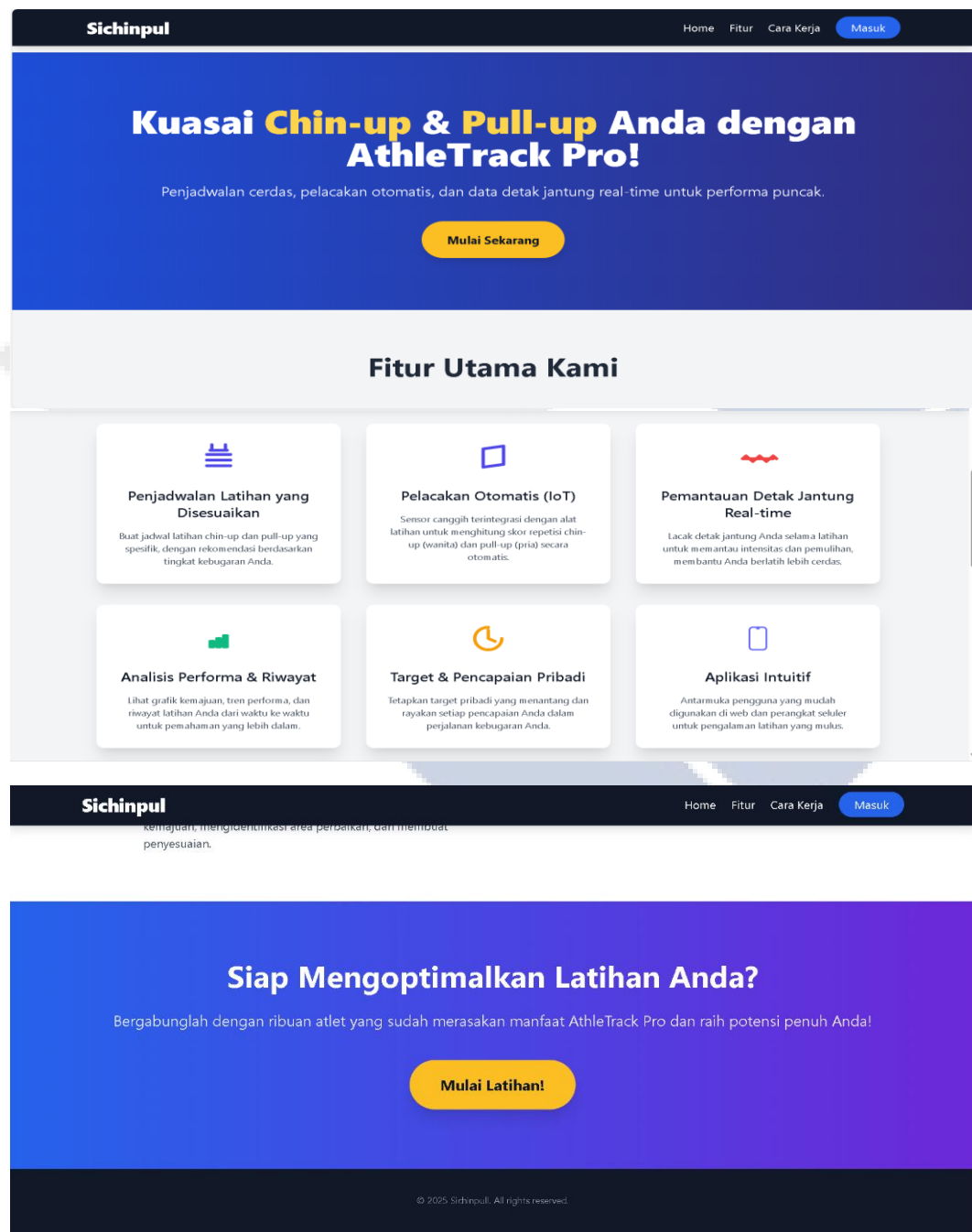
<i>Pin</i> LCD	<i>Pin</i> ESP32
VCC	GPIO14
GND	GND

Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa *buzzer* dapat berfungsi dengan baik dan memberikan respons cepat sesuai perintah dari *mikrokontroler*. Ini membuktikan bahwa komunikasi antara ESP32 dan komponen *buzzer* berjalan dengan baik, serta *buzzer* mampu menjalankan fungsinya sebagai alat pemberi notifikasi yang langsung dan mudah dikenali oleh pengguna.

4.5 Pembuatan *Software*

4.5.1 Halaman *Dashboard*

Tampilan *dashboard* menampilkan rancangan tampilan antar muka *website* yang dibuatkan

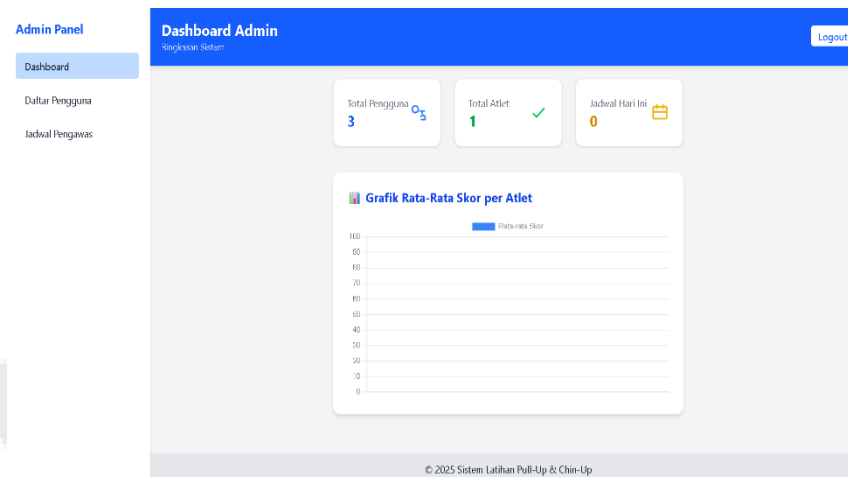


Gambar 4.6 Halaman *Dasboard*

4.5.2 Halaman Admin

Pada halaman admin ditugaskan untuk mengatur jadwal latihan antara pengawas dengan atlet. selain itu admin juga dapat menambahkan pengguna.

1. Tampilan Halaman *Dashboard*



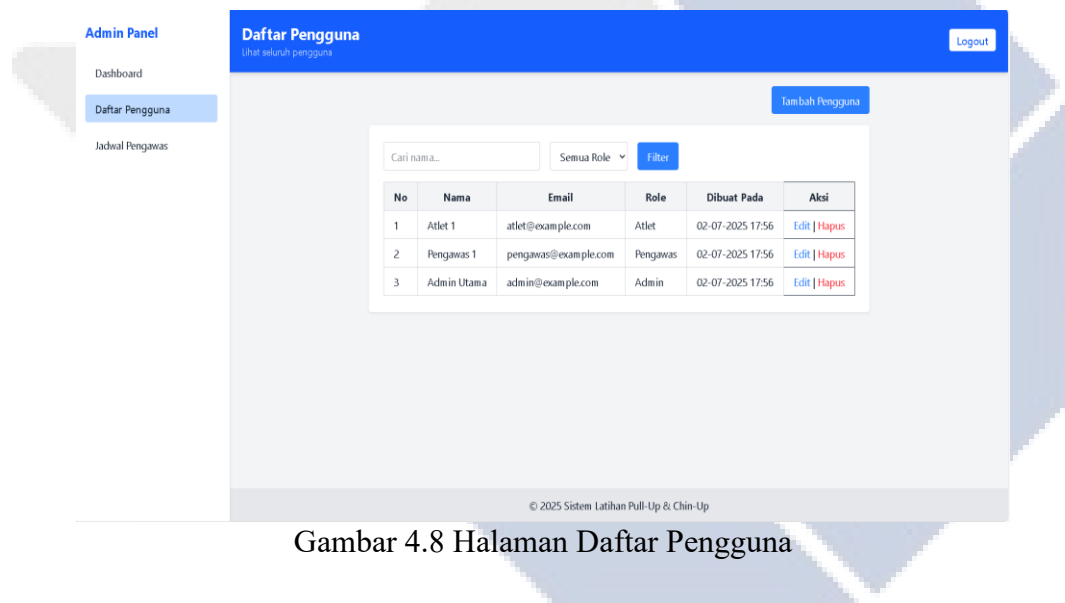
Gambar 4.7 Halaman *Dashboard*

Tampilan yang ditunjukkan pada gambar merupakan antarmuka *dashboard* admin dari sistem berbasis web yang dirancang untuk memantau dan mengelola latihan *chin-up* dan *pull-up*. Halaman ini menampilkan ringkasan informasi penting secara visual dan ringkas. Pada sisi kiri terdapat panel navigasi dengan beberapa menu utama seperti *dashboard*, daftar pengguna, dan jadwal pengawas, yang memungkinkan admin untuk berpindah antar halaman pengelolaan sistem. Di bagian atas halaman utama, terdapat tiga kotak informasi: jumlah total pengguna sistem (3 orang), total atlet yang terdaftar (1 orang), dan jumlah jadwal pelatihan pada hari ini (0 jadwal).

Di bawah informasi tersebut, ditampilkan sebuah grafik batang yang menunjukkan rata-rata skor setiap atlet, walaupun dalam gambar belum terdapat data skor yang terisi. Ini memberikan gambaran umum mengenai performa peserta pelatihan secara visual. Di pojok kanan atas terdapat tombol *logout* yang berfungsi untuk keluar dari sistem secara aman. Pada bagian bawah halaman, tercantum catatan hak cipta sistem yang menunjukkan bahwa aplikasi ini merupakan bagian dari proyek bertema sistem latihan *chin-up* dan *pull-up* untuk tahun 2025.

2. Tampilan Halaman Daftar Pengguna

Halaman Daftar Pengguna merupakan bagian dari sistem admin yang berfungsi untuk menampilkan dan mengelola seluruh data pengguna yang terdaftar dalam platform pelatihan *chin-up* dan *pull-up*. Pada tampilan ini, admin dapat melihat informasi lengkap setiap pengguna, termasuk nama, email, peran (role), tanggal pembuatan akun, serta opsi untuk melakukan tindakan terhadap data tersebut. Di bagian atas tabel terdapat kolom pencarian yang memungkinkan admin mencari pengguna berdasarkan nama, serta *dropdown filter* untuk memilih berdasarkan peran seperti atlet, pengawas, atau admin, yang dilengkapi dengan tombol filter untuk menerapkan penyaringan data.

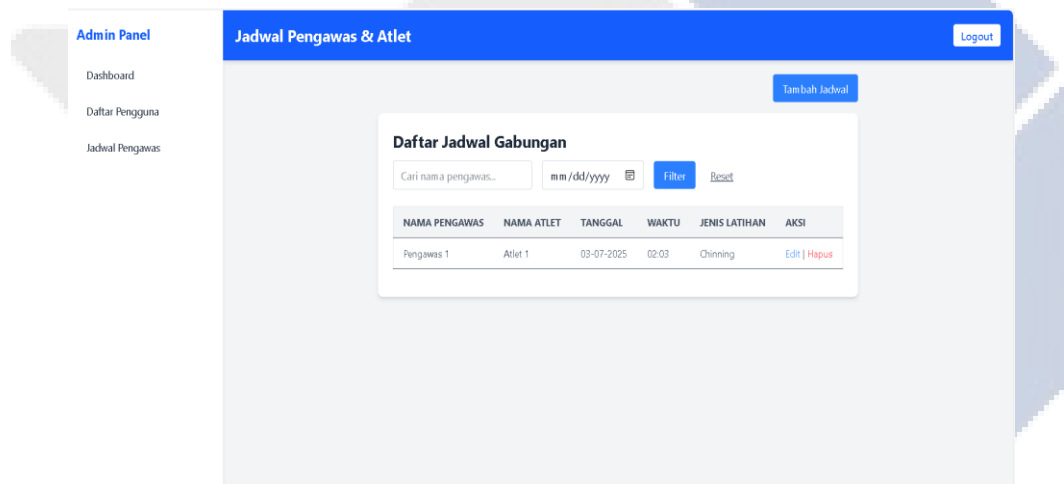


Gambar 4.8 Halaman Daftar Pengguna

Di sebelah kanan atas, terdapat tombol "Tambah Pengguna" yang berfungsi untuk menambahkan akun baru ke dalam sistem. Pada tabel utama, data ditampilkan secara terstruktur dengan kolom penomoran, informasi pengguna, dan kolom aksi yang menyediakan dua opsi, yaitu "Edit" untuk mengubah informasi pengguna dan "Hapus" untuk menghapus data pengguna dari sistem. Seluruh tampilan dirancang agar mudah dipahami dan digunakan, memungkinkan admin untuk melakukan pengelolaan pengguna secara efisien. Antarmuka ini juga menjaga konsistensi desain dengan halaman lain dalam sistem, memberikan pengalaman pengguna yang seragam dan profesional.

3. Tampilan Halaman Jadwal Pengawas

Halaman jadwal pengawas & atlet merupakan antarmuka yang dirancang untuk memfasilitasi pengelolaan jadwal latihan antara pengawas dan atlet dalam sistem latihan *chin-up* dan *pull-up*. Tampilan ini menampilkan data secara terstruktur dalam bentuk tabel, yang memuat informasi penting seperti nama pengawas, nama atlet, tanggal latihan, waktu pelaksanaan, dan jenis latihan yang akan dilakukan. Pada bagian atas tabel, tersedia kolom pencarian nama pengawas serta fitur pemilihan tanggal yang dilengkapi dengan tombol filter dan reset, memungkinkan admin untuk menyaring data berdasarkan kriteria tertentu sehingga proses pencarian jadwal menjadi lebih cepat dan efisien.



Gambar 4.9 Halaman Daftar Pengguna

Selain itu, di sisi kanan atas terdapat tombol tambah jadwal yang berfungsi untuk menambahkan data latihan baru ke dalam sistem. Dalam tabel utama, setiap baris data disertai dengan kolom aksi yang memungkinkan admin untuk mengedit atau menghapus jadwal yang sudah tercatat. Fitur ini memberikan kontrol penuh kepada admin untuk melakukan pembaruan terhadap jadwal yang telah dibuat. Tampilan ini mengusung desain yang minimalis dan responsif, sehingga memudahkan pengguna dalam menavigasi informasi tanpa kebingungan. Dengan adanya halaman ini, proses monitoring dan pengaturan jadwal latihan dapat dilakukan secara teratur dan sistematis.

4.5.3 Halaman Pengawas

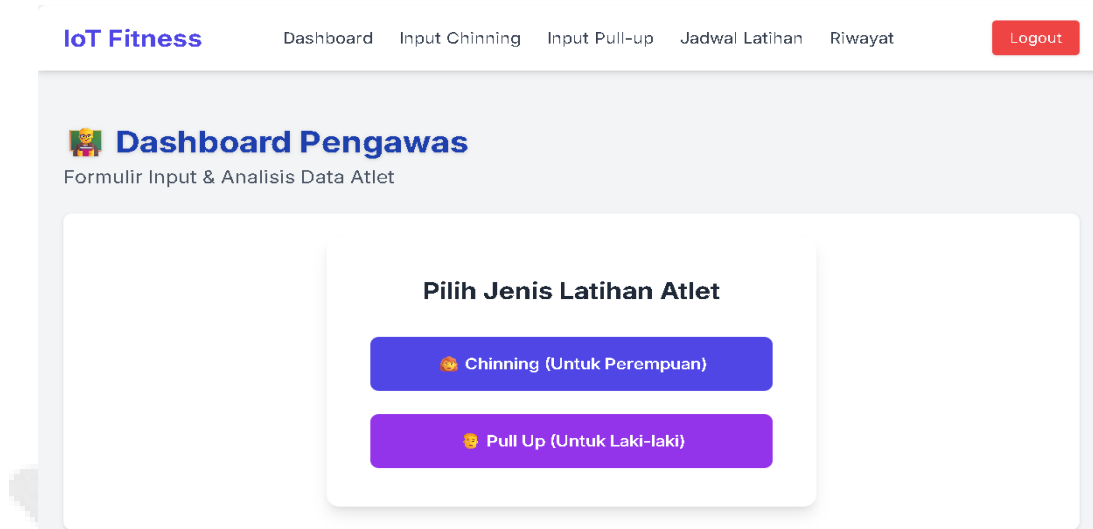
Pada halaman pengawas memiliki fungsi ini sangat penting untuk mengumpulkan data dasar atlet, seperti nama, jenis latihan yang dibuat secara otomatis, tanggal lahir, jenis kelamin, berat badan, dan tinggi badan, di mana data tersebut akan menjadi dasar untuk analisis performa yang lebih menyeluruh. Terakhir, ada alat yang menampilkan data *real-time* dari *Firebase*, mencatat pembacaan sensor otot kanan dan kiri, menghitung jumlah tugas berulang yang terdeteksi, dan melacak durasi latihan. Semua ini dapat dikontrol dengan menggunakan tombol “Mulai Timer” dan “Stop/Reset”. Aplikasi ini juga menyediakan cara untuk merekam data dan hasil keluaran, yang menunjukkan sistem terintegrasi untuk memelihara pelatihan atlet secara digital.

Tampilan ini merupakan halaman *dashboard* Pengawas dari sistem IoT Fitness yang difungsikan sebagai pusat kendali untuk mengelola dan menganalisis data latihan atlet. Di bagian atas terdapat navigasi horizontal yang memuat beberapa menu utama, yaitu *dashboard*, input *chinning*, input *pull-up*, Jadwal Latihan, dan Riwayat, yang memudahkan pengawas untuk berpindah ke berbagai fitur dalam sistem. Tombol *Logout* berwarna merah di pojok kanan atas memberikan akses cepat untuk keluar dari akun secara aman. Secara umum, tampilan pengawas berfungsi sebagai komponen penting dalam sistem ini karena menawarkan pengelolaan data yang terintegrasi, kemudahan dalam navigasi, serta kontrol menyeluruh atas proses pelatihan atlet secara digital dan langsung.

Fokus utama tampilan ini berada pada panel tengah yang berjudul "Pilih Jenis Latihan Atlet", dengan dua pilihan latihan yang ditampilkan dalam bentuk tombol besar dan berwarna mencolok. Tombol pertama bertuliskan "*Chinning* (Untuk Perempuan)" dan tombol kedua "*Pull Up* (Untuk Laki-laki)", yang masing-masing dilengkapi ikon yang sesuai.

Pemisahan ini mempermudah pengawas dalam memilih jenis latihan berdasarkan kategori atlet, sehingga penginputan data menjadi lebih akurat dan sistematis. Desain yang sederhana namun fungsional ini mendukung kenyamanan

penggunaan serta mempercepat proses pemantauan dan evaluasi performa atlet dalam program latihan berbasis IoT



IoT Fitness Dashboard Input Chinning Input Pull-up Jadwal Latihan Riwayat Logout

Dashboard Pengawas

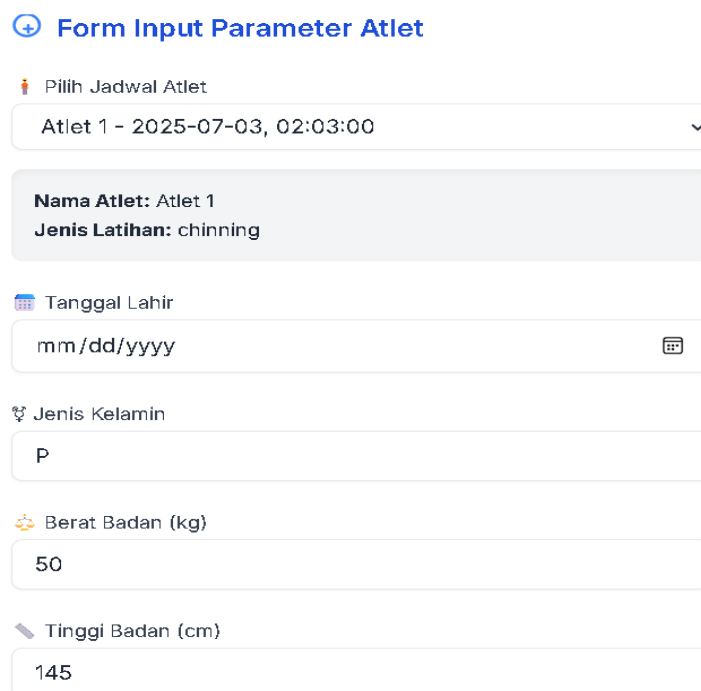
Formulir Input & Analisis Data Atlet

Pilih Jenis Latihan Atlet

👩 Chinning (Untuk Perempuan)

👨 Pull Up (Untuk Laki-laki)

Gambar 4.10 Halaman Pemilihan Jenis Latihan



Form Input Parameter Atlet

📅 Pilih Jadwal Atlet

Atlet 1 - 2025-07-03, 02:03:00

Nama Atlet: Atlet 1
Jenis Latihan: chinning

📅 Tanggal Lahir

mm/dd/yyyy

👤 Jenis Kelamin

P

🏋️ Berat Badan (kg)

50

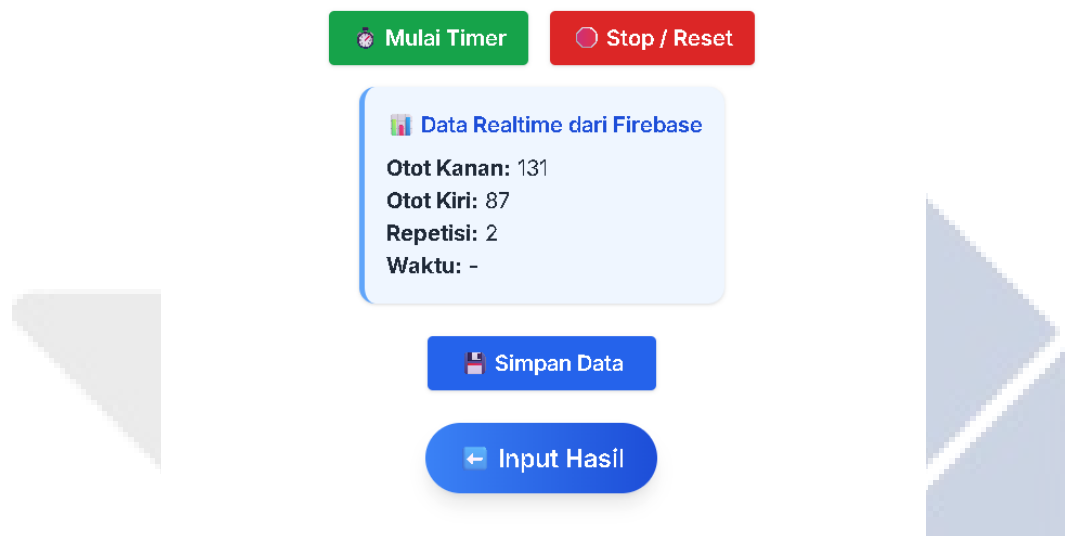
📏 Tinggi Badan (cm)

145

Gambar 4.11 Halaman *Form* Parameter

Formulir ini dirancang dengan tampilan yang dapat disesuaikan dan responsif, sehingga membantu pengawas dalam memasukkan data dengan cepat dan akurat. Data yang dimasukkan akan langsung terhubung ke *server* dan

tersimpan dalam *database*, sehingga bisa dipergunakan untuk memantau perkembangan atlet dalam jangka waktu yang panjang. Dengan memasukkan parameter ini, sistem dapat menghitung beban latihan dengan lebih tepat, memantau kemajuan berlatih, serta menyediakan laporan kinerja yang disesuaikan dengan keadaan fisik setiap atlet.



Gambar 4.12 Halaman Pengawas

Tampilan ini merupakan bagian dari antarmuka sistem pelatihan berbasis Internet of Things (IoT) yang berfungsi untuk memantau dan mencatat data latihan atlet secara *real-time*. Di bagian atas terdapat dua tombol utama, yaitu tombol hijau bertuliskan "Mulai Timer" untuk memulai penghitungan waktu latihan, dan tombol merah "Stop / Reset" yang digunakan untuk menghentikan atau mengatur ulang sesi latihan.

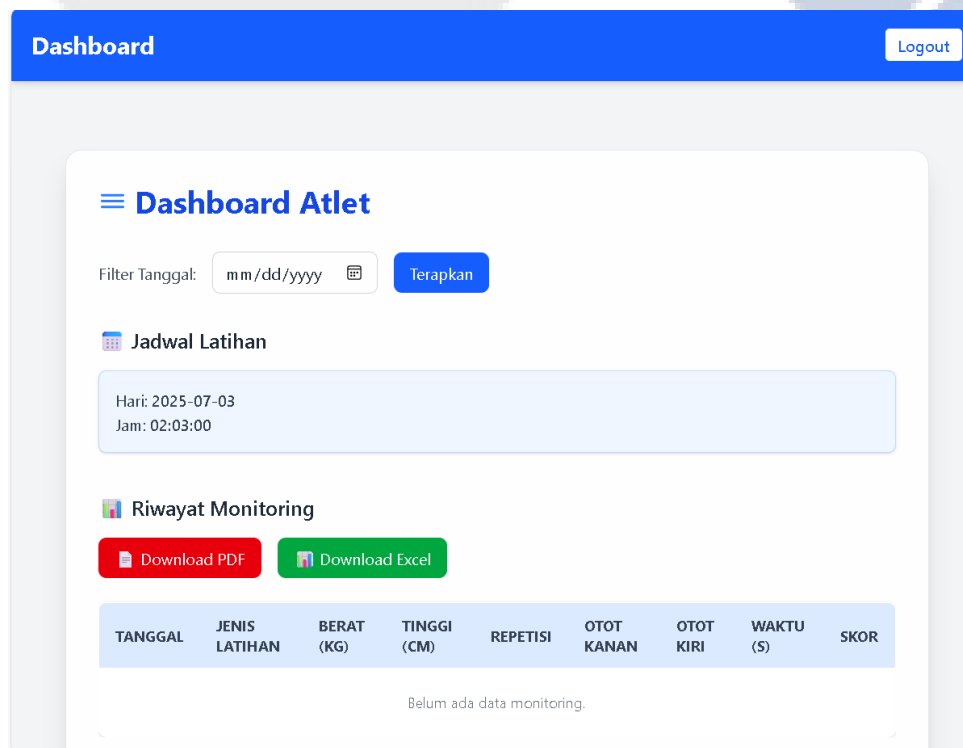
Tepat di bawahnya, terdapat sebuah panel dengan judul "*Data Realtime dari Firebase*", yang menunjukkan data hasil latihan yang dikirim secara langsung dari perangkat IoT melalui integrasi *Firebase*. Data yang ditampilkan mencakup nilai otot kanan, otot kiri, jumlah repetisi, serta waktu yang belum terisi atau masih berjalan. Tampilan ini memungkinkan pengawas atau sistem untuk memantau kondisi fisik atlet secara langsung tanpa harus mencatat secara manual.

Selanjutnya, terdapat dua tombol aksi penting, yaitu "Simpan Data" untuk menyimpan hasil sesi latihan ke dalam basis data, dan tombol "Input Hasil" yang mengarahkan pengguna ke halaman atau form lanjutan untuk memasukkan data

lebih detail. Desain yang intuitif dan fungsi yang jelas pada setiap elemen menjadikan antarmuka ini sangat membantu dalam proses pemantauan dan pencatatan aktivitas latihan atlet dengan cepat dan efisien.

4.4.4 Halaman Atlet

Antarmuka yang terlihat di sini adalah komponen dari “*Dashboard Atlet*” yang dimaksudkan untuk memberikan ikhtisar menyeluruh tentang jadwal dan kinerja atlet sebelumnya. Di bagian paling atas, terdapat opsi untuk memfilter data berdasarkan tanggal, yang memungkinkan atlet atau supervisor untuk mengakses jadwal tertentu dan riwayat pemantauan untuk periode waktu tertentu. Untuk membantu atlet dalam perencanaan, bagian “Jadwal Latihan” di bawah menunjukkan informasi tentang rencana latihan yang akan datang, seperti “Hari: 2025-07-03” dan “Waktu: 02:03:00.”

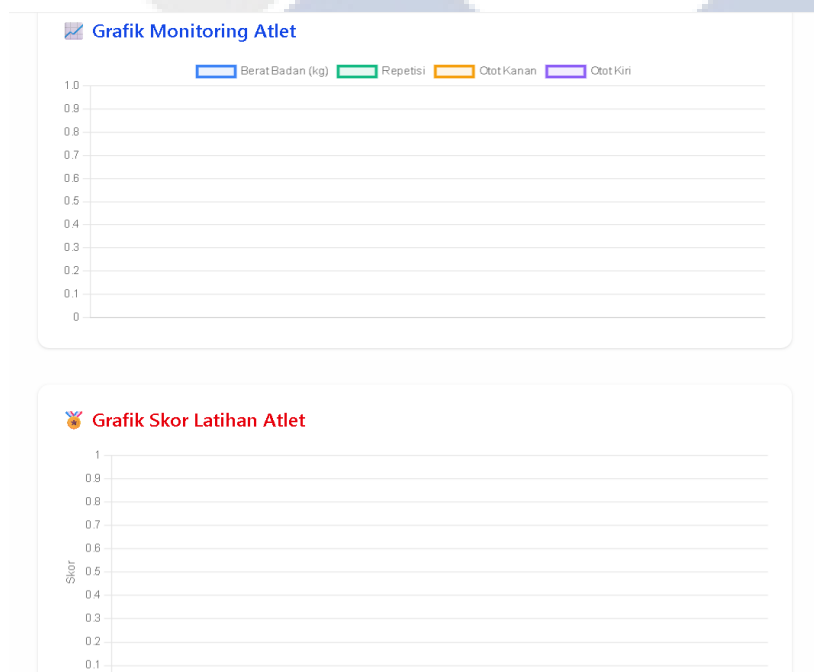


Gambar 4. 13 Halaman *Dashboard Atlet*

Tampilan yang ditampilkan pada gambar tersebut merupakan halaman *Dashboard Atlet* dalam sebuah sistem *monitoring* latihan berbasis web. Halaman

ini didesain untuk mempermudah atlet dalam melihat data perkembangan latihan mereka secara menyeluruh dan terstruktur. Di bagian atas, terdapat dua grafik utama yaitu "Grafik *Monitoring* Atlet" dan "Grafik Skor Latihan Atlet". Grafik pertama berfungsi untuk menampilkan perkembangan data seperti berat badan, jumlah repetisi, kekuatan otot kanan dan kiri. Sementara grafik kedua menyajikan skor hasil latihan dari waktu ke waktu. Namun, karena belum ada data yang masuk, kedua grafik tersebut masih kosong.

Selanjutnya, pada tampilan tengah terdapat fitur filter tanggal yang memungkinkan pengguna memilih tanggal tertentu untuk melihat jadwal dan hasil monitoring latihan pada hari tersebut. Di bawahnya, bagian Jadwal Latihan menampilkan informasi berupa tanggal dan waktu latihan yang telah ditentukan. Kemudian, terdapat tabel Riwayat Monitoring yang menyimpan catatan hasil latihan seperti jenis latihan, berat dan tinggi badan, repetisi, kekuatan otot, durasi latihan, dan skor yang diperoleh. Fitur tambahan seperti Download PDF dan *Excel* juga tersedia agar pengguna bisa menyimpan atau mencetak data secara *offline*.



Gambar 4.14 Grafik

Pada bagian bawah terlihat Grafik Skor Latihan Atlet yang secara khusus berfungsi menampilkan nilai atau skor dari hasil latihan yang dilakukan. Skor tersebut menggambarkan performa keseluruhan atlet berdasarkan beberapa parameter latihan yang telah ditentukan sebelumnya.

4.6 Pengujian *Software*

Untuk memastikan sistem yang dikembangkan berjalan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna, dilakukan evaluasi terhadap sejumlah fitur utama. Evaluasi ini mencakup berbagai aspek, mulai dari tampilan halaman login, pengelolaan akun sesuai peran, hingga akses dan penyajian data latihan. Tabel berikut menunjukkan hasil pengujian berdasarkan sepuluh pernyataan yang mewakili fungsionalitas sistem secara keseluruhan. Setiap pernyataan dinilai berdasarkan kesesuaiannya dalam implementasi aktual sistem.

Tabel 4. 5 Daftar Pertanyaan

No	Pernyataan	1	2	3	4	5
1	Sistem dapat menampilkan halaman <i>login</i> dengan baik dan cepat untuk semua pengguna				☒	
2	Pengguna dapat <i>login</i> menggunakan akun yang telah diberikan sesuai peran masing-masing					☒
3	Fitur penambahan pengguna seperti pengawas dan atlet dapat dilakukan dengan mudah oleh admin					☒
4	Jadwal latihan dapat diatur oleh admin dan ditampilkan secara akurat kepada pengawas dan atlet				☒	
5	Pengawas dapat menginput data parameter atlet (tinggi badan, berat badan, dan usia) tanpa kendala					☒
6	Data latihan atlet dapat dilihat secara <i>real-time</i> oleh pengawas dan atlet					☒
7	Riwayat latihan dapat diakses oleh pengguna berdasarkan waktu/tanggal dengan urutan yang jelas					☒
8	Data seperti jumlah repetisi dan kekuatan otot ditampilkan dalam bentuk grafik atau tabel yang mudah dipahami					☒
9	Hasil latihan atlet ditampilkan akurat berdasarkan input dari pengawas					☒
10	Atlet hanya dapat melihat hasil latihan tanpa dapat mengubah atau menghapus data					☒

4.7 Hasil *BlackBox* Testing

Pengujian *BlackBox* dilakukan untuk memastikan bahwa setiap fungsi utama dalam sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan tanpa memeriksa struktur kode internal. Pengujian ini berfokus pada respons sistem terhadap berbagai input yang diberikan oleh pengguna dengan skenario uji tertentu. Terdapat sembilan skenario pengujian yang dilakukan, dan semuanya menunjukkan hasil yang sesuai dan berhasil, menandakan bahwa sistem telah berfungsi dengan baik. Berikut adalah ringkasan hasil pengujian:

Tabel 4. 6 Hasil *BlackBox* Testing

No.	Skenario Uji	Input	Output yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
1.	Login pengguna (admin, pengawas, atlet)	Username & Password valid	Berhasil masuk ke <i>dashboard</i> sesuai peran	Sesuai	☒ Berhasil
2.	ambah data pengguna oleh admin	Data nama, email, peran	Data tersimpan dan tampil di daftar pengguna	Sesuai	☒ Berhasil
3.	Penjadwalan latihan oleh admin	Data waktu & nama atlet	Jadwal tampil di <i>dashboard</i> pengawas & atlet	Sesuai	☒ Berhasil
4.	Pengawas menginput data parameter atlet	Tinggi, berat, usia	Data tampil di halaman atlet	Sesuai	☒ Berhasil
5.	Atlet melakukan latihan	Deteksi sensor Infrared & EMG	Data dikirim dan tampil di LCD serta website	Sesuai	☒ Berhasil
6.	Repetisi latihan terbaca	Gerakan naik-turun	Repetisi bertambah otomatis	Sesuai	☒ Berhasil
7.	Data latihan tampil <i>real-time</i>	Latihan aktif	Data muncul di <i>dashboard</i> tanpa reload	Sesuai	☒ Berhasil
8.	Tampilan hasil grafik otot & repetisi	Hasil latihan	Grafik tampil jelas & informatif	Sesuai	☒ Berhasil
9.	Tampilan hasil grafik otot & repetisi	Hasil latihan	Grafik tampil jelas & informatif	Sesuai	☒ Berhasil
10.	Atlet akses tanpa bisa edit	Login sebagai atlet	Hanya bisa lihat, tidak bisa ubah data	Sesuai	☒ Berhasil

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan desain, pelaksanaan, dan uji coba sistem, dapat disimpulkan bahwa alat yang menghitung *chinning up* dan *pull up* dengan teknologi *Internet of Things* ini berhasil dibuat dengan baik.

1. Alat ini mengintegrasikan sensor inframerah dan sensor EMG untuk secara otomatis mendeteksi gerakan dan mengukur kekuatan otot. Hasil uji coba menunjukkan bahwa kombinasi sensor tersebut mampu memberikan informasi yang akurat dan responsif dalam mendeteksi aktivitas fisik. *Mikrokontroler* ESP32 yang digunakan dapat mengelola proses pembacaan data dan transmisi informasi ke sistem pemantauan berbasis web secara langsung, sehingga memperkuat hubungan antara perangkat keras dan perangkat lunak.
2. Atlet untuk mengakses informasi latihan, mulai dari jadwal hingga hasil kinerja. Hasil uji coba UAT menunjukkan bahwa semua fitur dalam sistem diterima dengan baik oleh pengguna, dengan tingkat kepuasan yang tinggi. Fitur-fitur yang ada dinilai memberikan informasi yang bermanfaat, mudah digunakan, dan membantu evaluasi latihan secara objektif.
3. Sistem ini mampu mencatat dan menampilkan jumlah repetisi serta kekuatan otot *biceps* dan *triceps* dengan jelas, sehingga membantu pelatih dalam memantau kemajuan atlet dari waktu ke waktu untuk mengevaluasi kinerja yang lebih objektif. Selain itu, pengujian dengan metode *blackbox* dan UAT memastikan bahwa sistem beroperasi secara konsisten dalam berbagai situasi penggunaan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengembangan serta pengujian alat penghitungan *Chinning Up* dan *Pull Up* berbasis *Internet of Things* ini, masih ada beberapa

aspek yang bisa diperbaiki untuk meningkatkan fungsi dan kenyamanan pengguna dalam menggunakan alat tersebut. Adapun beberapa rekomendasi saran agar dapat dikembangkan, yaitu:

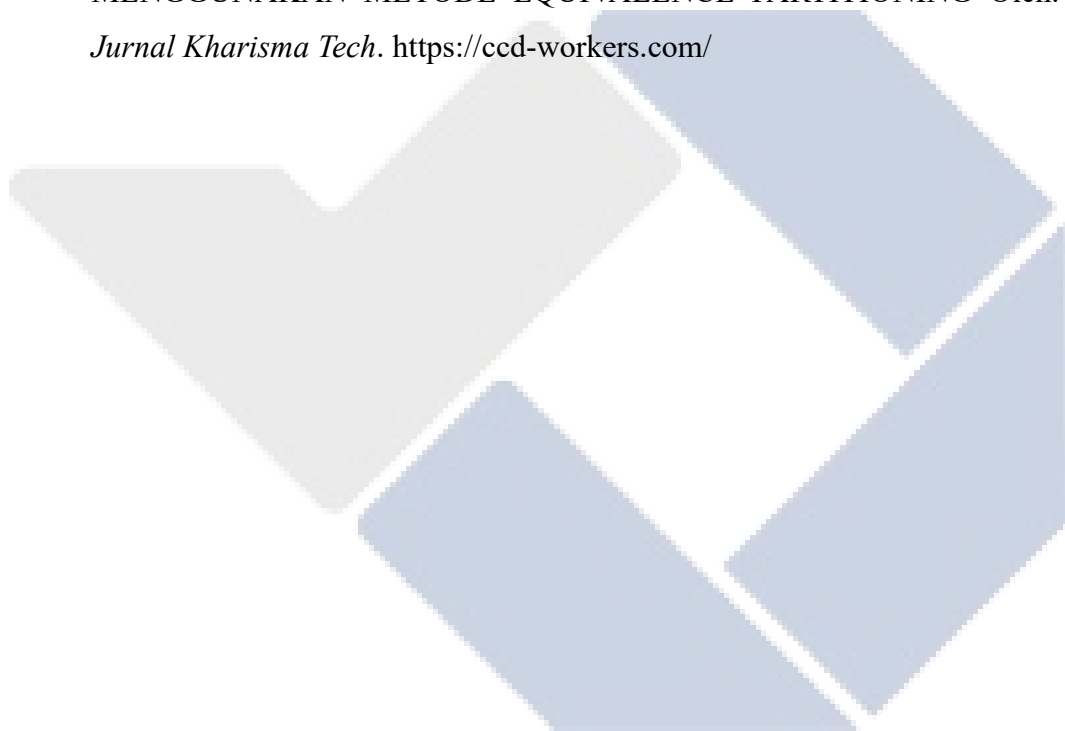
1. Menambahkan tombol tekan sebagai saklar manual yang berfungsi untuk menyalakan dan mematikan alat. Penambahan tombol ini akan memudahkan pengguna dalam mengontrol daya alat secara langsung tanpa perlu mencabut atau menyambungkan sumber daya secara manual, agar penggunaan sehari-hari menjadi lebih praktis dan aman.
2. Membuat desain *casing* atau tempat khusus untuk baterai yang mudah dipasang dan dibongkar agar penggantian baterai saat daya habis dapat dilakukan dengan cepat dan tanpa kesulitan. Dengan adanya *casing* baterai yang ergonomis, pengguna tidak perlu membongkar seluruh alat hanya untuk mengganti sumber daya, sehingga meningkatkan efisiensi dan kenyamanan saat menggunakan alat ini di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisaputra, R., Wijayanto, I., & Hadiyoso, S. (2024). *Perancangan Hardware Sistem Counter Chin-Up dan Pull-Up Berbasis Sensor MPU6050*.
- Budi Setyawan, Dr. F., Agung Priambadha, A., Meifilindati, I., Rahayu Mintarsih, Cindy Salsabila, A., & Ras Darmawan, Z. (2023). *PEDOMAN PELAKSANAAN TES KESAMAPTAAN JASMANI*.
- Hani Nur Endah, Heni Sumarti, & Hamdan Hadi Kusuma. (2024). Perbandingan Aktivasi Otot Trisep pada Kondisi Kontraksi dan Relaksasi Menggunakan Elektromiografi (EMG) Portabel Berbasis Android. *Polygon : Jurnal Ilmu Komputer Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(5), 80–91. <https://doi.org/10.62383/polygon.v2i5.234>
- Inayah, C. T., Handayani, A. S., & Nasron, N. (2024). IoT-Based Medical Health Monitoring System with a Web Interface. *PIKSEL : Penelitian Ilmu Komputer Sistem Embedded and Logic*, 12(2), 355–364. <https://doi.org/10.33558/piksel.v12i2.9830>
- Ivan, V., & Wahab, F. (2020). *Pendeteksian Sinyal Otot Lengan Manusia Menggunakan Sensor Otot EMG Berbasis Arduino Uno*.
- Putra, D. A. (2023). *ALAT PENGHITUNG JUMLAH GERAKAN PULL UP DAN PUSH UP MENGGUNAKAN SUDUT KEMIRINGAN PADA SENSOR MPU6050 BERBASIS INTERNET OF THINGS*.
- Rahmat, E., Rusdiana, A., & Ruhayati, Y. (2017). PENGEMBANGAN TEKNOLOGI TES CHIN UP BERBASIS ARDUINO UNO DAN SENSOR LASER INFRARED DENGAN LCD DISPLAY. In *Jurnal Terapan Ilmu Keolahragaan* (Vol. 02).
- Rahmawati, R., Haryanti, T., & Kresna, E. (2020). Pengembangan Sistem Monitoring Penghitung Sit Up & Denyut Nadi Menggunakan Android Berbasis Mikrokontroler. In *Jurnal Ilmiah* (Vol. 2, Issue 1).
- Ramadhan, F., & Setia Budi, A. (2017). *Sistem Monitoring Gerakan Push-Up Menggunakan Sensor Flex Berbasis ESP32* (Vol. 1, Issue 1). <http://j-ptiik.ub.ac.id>

Sawal, S., Fitri, A., Waruni, M., Elektro, T., & Teknologi Industri Universitas Balikpapan Jln Pupuk Raya Gn Bahagia Balikpapan, F. (2019). PERANCANGAN ALAT OLAHRAGA PENGHITUNG PULL UP BERBASIS MIKROKONTROLER MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK. In *JTE UNIBA* (Vol. 4, Issue 1).

Triady, D., Alwiah Musdar, I., Surasa, H., Informatika, T., & Kharisma Makassar, S. (2023). PENGUJIAN BLACKBOX PADA WEBSITE WORKER'S MENGGUNAKAN METODE EQUIVALENCE PARTITIONING Oleh. *Jurnal Kharisma Tech*. <https://ccd-workers.com/>

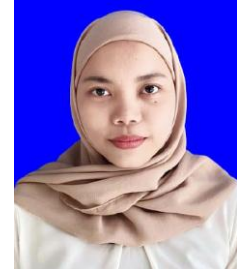


LAMPIRAN

Lampiran 1: Daftar Hidup

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Intan Ayu
Tempat & Tanggal Lahir : Belinyu, 17 November 2004
Alamat Rumah : Jalan Ahmad Yani Kp. Saber
Kec. Belinyu
Kel. Bukit Ketok
Kab. Bangka
Prov. Kep. Bangka Belitung
No. Handphone : 082280557826
Email : ayui66329@gmail.com
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SDN 3 Belinyu	2010-2016
SMP YPN Belinyu	2016-2019
SMK YPN Belinyu	2019-2022

3. Pendidikan Non Formal

Sungailiat, 4 Juli 2025


Intan Ayu

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



4. Data Pribadi

Nama Lengkap : Tasya Ananda
Tempat & Tanggal Lahir : Sungailiat, 24 Maret 2004
Alamat Rumah : Jalan Rawa Bangun Lingkungan Nel. II NO.77
Kec. Sungailiat
Kel. Sungailiat
Kab. Bangka
Prov. Kep. Bangka Belitung
No. Handphone : 085368379426
Email : tasyaananda379@gmail.com
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam

5. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 32 Sungailiat	2010-2016
SMP Negeri 1 Sungailiat	2016-2019
MAN 1 Bangka	2019-2022

6. Pendidikan Non Formal

Sungailiat, 4 Juli 2025


Tasya Ananda

Lampiran 2 Validasi Ahli

LEMBAR VALIDASI AHLI IT

Nama Peneliti : Intan Ayu
 Judul Penelitian : "Alat Pehitungan Chinning Up dan Pull Up Berbasis Internet Of Things"
 Ahli Binaraga : Bradhas Almondin Wisasa, S.Kom. M.Kom.

Petunjuk :

Lembar validasi dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu selaku ahli materi terhadap kevalidan Sistem dan Alat yang dikembangkan. Komentar dan saran dari Bapak/Ibu sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media Situs Web ini. Sehubungan dengan hal tersebut, dimohon Bapak/Ibu memberikan respon pada setiap pernyataan dalam lembar validasi ini dengan memberikan tanda (√) pada kolom angka.

Keterangan Skala :

1 = Sangat Tidak Baik

2 = Tidak Baik

3 = Cukup

4 = Baik

5 = Sangat Baik

Komentar atau saran Bapak/Ibu dimohon untuk dituliskan pada kolom yang telah disediakan. Atas kesediaan Bapak/Ibu saya ucapkan terima kasih.

A. Angket Penilaian Ahli IT

No.	Aspek Yang Dinilai	Penilaian					Catatan
		1	2	3	4	5	
1.	Kesesuaian sistem dengan kebutuhan alat pengukuran olahraga Chinning Up dan Pull Up					√	
2.	Ketepatan penggunaan sensor EMG dan Infrared dalam konteks pengukuran gerakan dan otot				√		
3.	Integrasi perangkat keras (ESP32, sensor, buzzer, LCD)					√	
4.	Kesesuaian sistem monitoring berbasis website menggunakan Laravel dan Firebase					√	

5.	Fungsionalitas sistem secara menyeluruh (hardware dan software)				✓		
6.	Desain antarmuka pengguna website (UI/UX responsif dan mudah digunakan)				✓		
8.	Potensi implementasi sistem di dunia nyata (sekolah, pelatnas, tes jasmani,					✓	
9.	Inovasi dan kontribusi teknologi terhadap bidang olahraga dan kebugaran				✓		
10.	Ketepatan metode pengembangan sistem (literatur, desain, implementasi, pengujian)					✓	

A. Komentar/Saran

Berlu dipertimbangan untuk lama menghubungkan perangkat dengan komputer

B. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penilaian terhadap sistem yang telah dikembangkan oleh mahasiswa, maka dapat disimpulkan bahwa:

- ☒ Layak tanpa revisi
- ☐ Layak dengan revisi minor
- ☐ Layak dengan revisi mayor
- ☐ Tidak layak

Sungailiat, 01 Juni 2025

Ahli Binaraga

Ba

Bedita Abnanden Wisesa,
S.Kom., M.Kom.