

SKRIPSI
RANCANG BANGUN TEMPAT TIDUR BERTEKNOLOGI ALARM
‘GEMPA’ MENGGUNAKAN PENGGERAK MOTOR AC BERBASIS
ARDUINO UNO

Disusun dan diajukan oleh

ACHMAD FACHRY
D041 17 1517



DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**RANCANG BANGUN TEMPAT TIDUR BERTEKNOLOGI ALARM
'GEMPA' MENGGUNAKAN PENGGERAK MOTOR AC BERBASIS
ARDUINO UNO**

Disusun dan diajukan oleh:

ACHMAD FACHRY

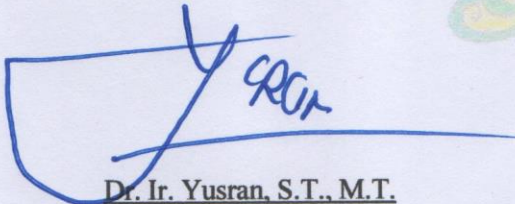
D041 17 1517

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian
Program Studi Sarjana Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada Tanggal 30 Maret 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

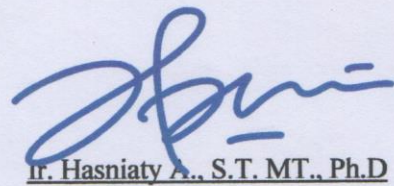
Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Ir. Yusran, S.T., M.T.

NIP. 19750404 200012 1 001



Ir. Hasniaty A., S.T. MT., Ph.D

NIP. 19741205 200012 2 001

Ketua Departemen Teknik Elektro



Dr. Eng. Ir. Dewiani, MT.

NIP. 19691026 199412 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Achmad Fachry
NIM : D041171517
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul


(RANCANG BANGUN TEMPAT TIDUR BERTEKNOLOGI ALARM
'GEMPA' MENGGUNAKAN PENGGERAK MOTOR AC BERBASIS
ARDUINO UNO)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 30 Maret 2022

Yang Menyatakan


Achmad Fachry

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh, Salam sejahtera bagi kita semua, Syalom, Om Swastiastu, Namo Budaya, Salam Kebajikan.

Puji syukur senantiasa dipanjatkan ke hadirat Allah SWT yang dengan rahmat dan hidayah-Nya serta salam kepada Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “**RANCANG BANGUN TEMPAT TIDUR BERTEKNOLOGI ALARM ‘GEMPA’ MENGGUNAKAN PENGGERAK MOTOR AC BERBASIS ARDUINO UNO**”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Pada penulisan skripsi ini, penulis banyak dihadapkan dengan berbagai hambatan, akan tetapi berkat adanya bimbingan, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Olehnya itu, melalui kesempatan ini penulis juga mengucapkan penghargaan dan banyak terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, yang telah senantiasa memberikan kesempatan, berkat, akal budi, pengetahuan, dan segala yang tak terhitung jumlahnya untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis, Alm. Raja Ali, S. Sos, M.Si. dan Almh. Fenti Yusuf, S. Pd, M. M. Pd. atas segala doa, jasa, motivasi dan dukungan yang telah diberikan dan yang senantiasa mengingatkan penulis untuk menyelesaikan skripsi secepatnya.
3. Bapak Dr. Ir. Yusran, S.T., M.T. selaku pembimbing I dan Ibu Ir. Hasniaty A., S.T., M.T., Ph.D. selaku pembimbing II serta Ibu Dr. Ir. Hj. Sri Mawar Said, M.T. selaku penguji I dan Ibu Dr. Ir. Hj. Zaenab Muslimin, M.T. selaku penguji II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dalam membimbing dan mengarahkan penulis dalam pembuatan tugas akhir.

4. Ibu Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T. sebagai Ketua Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin sekaligus sebagai pembimbing dalam penyelesaian Kerja Praktik.
5. Seluruh Dosen dan Staf Akademik Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang senantiasa membagi ilmu dan wawasan.
6. Ibu Salmiati selaku Staf Akademik Program Studi S1 yang tiada letih membantu mahasiswa dalam pengurusan administrasi.
7. Teman-teman Equal7zer yang menjadi kawan belajar serta berbagi ilmu selama ini.
8. Dan untuk semua pihak yang tak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya saran dan kritik demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Makassar, 30 Maret 2022

Hormat Saya

Penulis

ABSTRAK

ACHMAD FACHRY. Rancang Bangun Tempat Tidur Berteknologi Alarm ‘Gempa’ Menggunakan Penggerak Motor AC Berbasis Arduino Uno (dibimbing oleh Yusran, dan Hasniaty A.)

Penelitian ini bertujuan (1) Merancang prototipe ranjang tidur berteknologi alarm ‘gempa’ yang dapat dimanfaatkan untuk membangunkan penggunanya, (2) Menguji teknologi alarm ‘gempa’ yang diterapkan pada ranjang tidur yang telah dibuat. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Elektronika Daya UNHAS. Tempat tidur dirancang menggunakan teknologi alarm yang menggunakan masukan dari modul pewaktu *RTC DS3231* untuk diproses mikrokontroler Arduino Uno lalu dikirim ke *buzzer* juga *relay* untuk menggerakkan Motor yang berada di bawah tempat tidur. Pengontrolan alarm menggunakan 5 buah *push button* dan sebuah *LCD* untuk menyetel alarm pada waktu yang diinginkan. Pergerakan dari motor ini dikonversi secara mekanis dari gerakan radial (berputar) menjadi linear (naik-turun) yang arahnya berubah-ubah layaknya ‘gempa’ dengan selisih kenaikan 10 cm. Hasil penelitian menunjukkan teknologi alarm yang dibuat berhasil untuk menghasilkan gerak naik-turun beserta suara yang dapat disetel sesuai dengan waktu yang kita inginkan. Teknologi alarm ini memiliki massa mati (massa rangka tempat tidur yang menjadi beban pada motor tanpa diberikan pembebanan tambahan) sebesar 5 kg diujikan pada massa 0-10 kg. Hasil pengukuran tegangan sebesar 228,5V AC, arus sebesar 32,59-65,54 mA dan putaran sebesar 125,4-82,9 rpm. Sementara perhitungan daya sebesar 10,27-20,66 W dan torsi sebesar 0,58-1,76 Nm.

Kata Kunci: *Tempat Tidur, Alarm, Pergerakan Linear*

ABSTRACT

AHMAD FACHRY. Design and Build a Bed with 'Earthquake' Alarm Technology Using an Arduino Uno-Based AC Motor Drive (supervised by Yusran, and Hasniaty A.)

This study aims to (1) Design a prototype of a bed with an 'earthquake' alarm technology that can be used to wake its users, (2) test the 'earthquake' alarm technology that has been applied to a sleeping bed that has been made. This research was carried out at the UNHAS Power Electronics Laboratory. The bed is designed using alarm technology that uses input from the DS3231 RTC module to manage the Arduino Uno microcontroller and then sends it to the buzzer and relay to drive the motor under the bed. Alarm control uses 5 push buttons and an LCD to set the alarm at the desired time. The movement of this motor is converted mechanically from radial (rotating) to linear (up and down) whose direction changes like an 'earthquake' with an increase of 10 cm. The results showed that the alarm technology made was successful in producing an up-and-down motion along with a sound that can be adjusted according to the time we want. This alarm technology has a dead mass (the mass of the bed frame which is a load on the motor without being given additional loading) 5 kg tested at a mass of 0-10 kg. The result of measuring voltage is 228.5V AC, a current is 32.59-65.54 mA, and rotation is 125.4-82.9 rpm. While the power calculation is 10.27-20.66 W and torque is 0.58-1.76 Nm.

Keyword: *Bed, Alarm, Linear Movement*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Sistematika Penelitian.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Penggunaan Ranjang/Tempat Tidur	7
2.2. Penggunaan Alarm Jam	7
2.3. Pengontrolan Arduino untuk Menggerakkan Motor dengan Setting Waktu	8
2.3.1. Arduino.....	8
2.3.2. <i>Serial RTC (Real Time Clock) DS3231</i>	11
2.3.3. <i>Relay</i>	12
2.3.4. Motor Arus Bolak Balik (AC).....	14
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1. Waktu dan Lokasi Pelaksanaan	30

3.2.	Konfigurasi Alat.....	30
3.2.1	Konfigurasi Mekanik	30
3.2.2	Konfigurasi Elektrik.....	31
3.3.	Tahap Penelitian.....	32
3.3.1	Perancangan Prototipe	33
3.3.2	Perakitan dan Pembuatan Alat.....	33
3.3.3	Penyempurnaan Alat	35
3.3.4	Pengujian Kinerja Alat	35
3.3.5	Evaluasi	35
3.3.6	Pengambilan dan Pengolahan Data.....	35
3.3.7	Komponen yang Digunakan.....	36
3.4.	Parameter Perancangan	37
3.5.	Prosedur Pengambilan dan Pengolahan Data	40
3.6.	Hasil Akhir Data	41
BAB IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1.	Tampilan Prototipe saat Pengujian	42
4.2.	Skenario Pengujian	42
4.3.	Hasil Pengujian	46
BAB V.	KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1.	Kesimpulan	53
5.2.	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arduino Uno	9
Gambar 2.2 Bagian-bagian RTC DS3231.....	12
Gambar 2.3 Relay yang Tersedia di Pasaran.....	13
Gambar 2.4 Skema Relay Elektromekanik	14
Gambar 2.5 Rangkaian dan Simbol Logika Relay	14
Gambar 2.6 Proses Konversi Energi pada Motor AC	14
Gambar 2.7 Terjadinya Torsi pada Motor Sinkron (a) Tanpa Beban (b) Kondisi Berbeban (c) Kurva Karakteristik Torsi.....	17
Gambar 2.8 Rangkaian Ekuivalen Motor Sinkron 1-Fasa.....	19
Gambar 2.9 Rangkaian Ekuivalen Alternator 3-Fasa: a) Rangkaian 3-Fasa, dan b) Analisa Perfasa Sistem 3-Fasa	20
Gambar 2.10 Karakteristik Torsi – Kecepatan	22
Gambar 2.11 Pengaruh Perubahan Beban pada Motor Sinkron.....	25
Gambar 2.12 Pengaruh Kenaikan Arus Medan pada Motor Sinkron.....	26
Gambar 2.13 Kurva V hubungan Antara Arus Jangkar I_a dengan Arus Medan I_f Untuk Satu Beban (P) yang Tetap Pada Motor Sinkron	27
Gambar 2.14 Diagram Vektor Daya Reaktif Motor Sinkron Tanpa Beban	27
Gambar 2.15 Torsi Motor Sinkron pada Kondisi Start	28
Gambar 3.1 Konfigurasi Mekanik	30
Gambar 3.2 Konfigurasi Elektrik	31
Gambar 3.3 Tahap Penelitian	32
Gambar 3.4 Motor Sinkron AC yang Digunakan.....	38
Gambar 3.5 Skematik Pengukuran Arus dan Tegangan.....	40
Gambar 4.1 Tampilan Prototipe Saat Pengujian	42
Gambar 4.2 Poros Putar Motor Penggerak (Kotak Merah)	43
Gambar 4.3 Sistem Kontrol dari Teknologi Ranjang Alarm.....	45
Gambar 4.4 Grafik Hubungan antara Massa dan Arus.....	47
Gambar 4.5 Grafik Hubungan antara Massa dan Putaran	47
Gambar 4.6 Grafik Hubungan antara Massa dan Daya pada Motor	49

Gambar 4.7 Grafik Hubungan antara Massa dan Torsi Motor 51

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Daftar Komponen yang Digunakan.....	36
Tabel 3.2. Spesifikasi Motor yang Digunakan	38
Tabel 3.3 Spesifikasi Arduino Uno	39
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian	46
Tabel 4.2 Data Konsumsi Daya pada Motor Penggerak	49
Tabel 4.3 Data Torsi pada Motor Penggerak	51

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tidur merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia artinya secara alamiah manusia akan membutuhkan tidur sebagai kebutuhan setiap harinya. Tidur sebagai keadaan tidak sadar yang relatif lebih responsif terhadap rangsangan internal. Pada keadaan tidur kita dianggap mengalami keadaan pasif dan keadaan dorman dari kehidupan (Arifin AR, 2010).

Pola tidur menjadi salah satu faktor risiko dari kejadian hipertensi. Pola tidur yang tidak kuat dan kualitas tidur yang buruk dapat mengakibatkan gangguan keseimbangan fisiologis dan psikologis dalam diri seseorang (Potter & Perry, 2005). Selain itu, durasi tidur pendek dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan hipertensi karena peningkatan tekanan darah 24 jam dan denyut jantung, peningkatan sistem saraf simpatik, dan peningkatan retensi garam. Selanjutnya akan menyebabkan adaptasi struktural sistem kardiovaskular sehingga tekanan darah menjadi tinggi (Gangwisch et al., 2006).

Pola tidur yang baik diperlukan untuk memberikan ketenangan dan memulihkan stamina, pemulihan fungsi otak dan tubuh, penyesuaian untuk mempertahankan kelangsungan hidup. Keadaan fisik yang sehat ditunjukkan salah satunya dengan tingkat kemampuan fungsional tubuh manusia yang dikenal sebagai kesegaran jasmani (Egi et al., 2017).

Berbagai penelitian menunjukkan prokrastinasi akademik menyebabkan lumpuhnya kemajuan akademik yang dapat dilihat dari menurunnya nilai akademik dan menurunnya rata-rata kondisi kesehatan secara keseluruhan prokrastinasi dapat menurunkan kualitas mahasiswa. Prokrastinasi akademik merupakan siklus jahat yang dapat meningkatkan tekanan waktu apabila seorang procrastinator sukses melakukan provokasi nasi maka dia akan cenderung melakukan prokrastinasi selanjutnya (Iven Kartadinata, 2008).

Dewasa ini, para mahasiswa sering menemukan masalah dalam belajar yang mungkin karena terlena oleh canggihnya teknologi (permainan dawai pada *smartphone*) (Prayitno, 2004). Akibat hal tersebut, banyak pelajar yang tidak dapat

membagi waktu dengan baik mana yang harus diprioritaskan dan mana yang tidak sehingga mereka tidak bisa memilah tugas-tugasnya. Dalam pengaturan manajemen waktu yang tidak tepat dapat terjadi suatu kelalaian dalam menyelesaikan tugas. Kondisi seperti ini menandakan adanya suatu penundaan dalam mengerjakan atau menyelesaikan tugas yang dikenal dengan Prokrastinasi akademik.

Kebiasaan prokrastinasi memunculkan pola tidur yang tidak sehat, memicu depresi, stres, dan berbagai penyimpangan psikologis lainnya. Pola tidur yang terganggu menyebabkan kurang tidur. Sebagai konsekuensi dari kurang tidur berdampak pada kesehatan fisik dan mental remaja. Studi berbasis klinik pada remaja telah menunjukkan hubungan yang kuat antara pembatasan tidur kronis dan kecemasan, depresi, dan nyeri somatik. Remaja yang tidur lebih pendek juga menunjukkan penurunan dalam kinerja akademik dan peningkatan perilaku risiko penggunaan narkoba dan mengemudi mengantuk. Gangguan tidur pada remaja meningkatkan risiko penurunan berikutnya dalam kesehatan sosial, psikologis, fisik, dan mental (Lund et al., 2010).

Kualitas tidur pada remaja yang buruk berdampak bagi kesehatan seperti hipertensi pulmonal dan penurunan fungsi pernapasan (Shakkottai et al., 2018). Kurang tidur pada remaja dapat berdampak buruk dalam aktivitas belajar di siang hari (Mah et al., 2018). Kebiasaan tidur yang buruk pada remaja juga bisa berdampak pada kinerja akademik mahasiswa (Barone, 2017). Pola tidur yang buruk pada remaja akan berdampak kepada penurunan kinerja akademik dan membuat siswa menjadi malas (Foss et al., 2019). Pola tidur yang buruk pada remaja berdampak pada aktivitas fisik yang dan mengganggu aktivitas lainnya (Verkooijen et al., 2018).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kurang tidur memiliki efek buruk terhadap kesehatan seperti gangguan kardiovaskular, kekebalan tubuh, metabolisme, dan endokrin (Jung et al., 2018). Selain itu dampak fisiologis dari kurang tidur adalah gangguan fungsi kekebalan tubuh, kesehatan, dan metabolisme glukosa (Frenda & Fenn, 2016). Kurang tidur juga mempengaruhi proses pembelajaran dan memori karena pembentukan memori tergantung pada kondisi

tidur (Chen & Chen, 2019). Kurang tidur merusak pusat memori dan belajar pada hippocampus, berbagai mekanisme termasuk rangsangan saraf, plastase sinaptik, dan penurunan neurogenesis (Cui et al., 2019). Menurunnya memori non-kontekstual dan timbulnya emosional yang tidak terkendali juga merupakan dampak dari kurang tidur (Tempesta et al., 2016). Zhong dkk mempelajari 18 orang dewasa yang sehat dan menemukan bahwa detak jantung, komponen frekuensi rendah dari variabilitas detak jantung, dan variabilitas tekanan darah semua meningkat, sementara sensitivitas baroreflex menurun (Yuan et al., 2016).

Tidur berfungsi sebagai pemulihan, konsolidasi memori, dan fungsi kognitif. Hal ini berpengaruh pada semangat ketika mahasiswa bangun pagi, sehingga mereka bermalas-malasan untuk bangun dan bangun lebih siang. McKenna dkk mengemukakan dalam buku '*Sleep Disorder Medicine*' menyatakan bahwa agar pusat tidur mendominasi pusat kewaspadaan, kita harus lelah, tenang dan santai, otak kita tidak aktif dan lingkungan yang tenang dan gelap, yang nyaman dan suhu yang tepat. Ini adalah prasyarat tidur. Stimulus eksternal seperti kebisingan, cahaya dan kekhawatiran, mengaktifkan pusat kewaspadaan otak dan mencegah untuk tidur. Menunda-nunda tugas akademik menyebabkan penyelesaian tugas dilakukan sebelum tidur. Hal ini membuat otak berpikir saat harus beristirahat. Hal ini menyebabkan otak lelah ketika waktu bangun tiba. Mahasiswa dengan prokrastinasi tinggi menjadi malas untuk bangun pagi. (Sulianti et al., 2020).

Perkembangan kasur yang biasa dipergunakan untuk tidur saat ini semakin membuat penggunaannya menjadi lebih nyaman, ini berdampak pada kemalasan penggunaannya untuk kembali bangun dari tidurnya. Padahal bangun dari tidur dengan tepat waktu tidak kalah pentingnya dengan kenyamanan serta kualitas dari tidur sendiri. Bukankah **efektifnya** kasur yang digunakan untuk tidur dapat membuat kita tidur nyaman juga dapat membuat penggunaannya bangun lebih pagi (tepat waktu) agar dapat beraktivitas kembali di hari selanjutnya dengan stamina yang telah pulih?

Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan gangguan sulit bangun pagi, maka perlu adanya suatu pengembangan teknologi berupa **tempat tidur khusus**,

yakni prototipe tempat tidur berteknologi alarm yang telah dimodifikasi dengan penambahan fitur penggerak menggunakan motor AC sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan gerakan yang serupa dengan terjadinya bencana 'gempa'. Penambahan alarm juga dirasa perlu dalam pembuatan tempat tidur ini agar nilai fungsi dari alat ini lebih efektif dengan menggunakan mikrokontroler arduino uno. Dengan demikian, masalah sulit bangun pagi dapat ditanggulangi dengan penggunaan alat ini.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan diselesaikan melalui penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang prototipe ranjang tidur berteknologi alarm 'gempa' menggunakan penggerak Motor AC berbasis arduino.
2. Bagaimana menguji prototipe teknologi alarm 'gempa' yang diterapkan pada ranjang tidur yang telah dibuat.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini adalah:

1. Merancang prototipe ranjang tidur berteknologi alarm 'gempa' yang dapat dimanfaatkan untuk membangunkan penggunanya.
2. Menguji teknologi alarm 'gempa' yang diterapkan pada ranjang tidur yang telah dibuat.

1.4. Batasan Masalah

Dari pembahasan masalah yang telah dibahas di atas, penelitian tugas akhir pembahasannya dibatasi pada:

1. Penelitian ini lebih mengutamakan aspek teknis dibandingkan dengan aspek ekonomis.
2. *Monitoring* dan *controlling* pada teknologi ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno.

3. Membuat prototipe teknologi yang menggambarkan penerapan teknologi alarm tempat tidur yang berfungsi untuk membantu manusia untuk bangun pagi (tepat waktu) dalam skala 1:3 atau disesuaikan dengan kemampuan torsi motor dalam menghasilkan efek ‘gempa’ pada rangka tempat tidur.

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan:

1. Memberikan solusi berupa teknologi yang dapat diaplikasikan pada ranjang tidur yang berguna dalam membantu manusia bangun pagi.
2. Sebagai sumber referensi perkembangan teknologi alarm tepat guna.
3. Dapat dimanfaatkan bagi masyarakat luas yang menggunakan teknologi tempat tidur alarm.

1.6. Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang penguraian secara singkat latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang teori penunjang untuk bahan penelitian yang diperoleh dari sumber referensi untuk menyusun kerangka teori dan konseptual.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini memuat metodologi dari penelitian yang digunakan berupa tempat dan waktu penelitian. Instrumen penelitian, metode pengumpulan, jenis data, tahapan penelitian dan diagram alir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memuat hasil penelitian dan pembahasan dari hasil simulasi yang diperoleh.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan permasalahan dan saran-saran untuk perbaikan dan penyempurnaan tugas akhir.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penggunaan Ranjang/Tempat Tidur

Ranjang atau tempat tidur adalah suatu mebel atau tempat yang digunakan sebagai tempat tidur atau beristirahat (Nault, 2006) (Oxford University Press, 2020). Sepanjang sejarah, ranjang telah berkembang dari jenis yang sederhana, seperti kasur yang diisi jerami sampai perlengkapan mewah yang didekorasi dengan kain-kain (Nault, 2006). Seperti berbagai jenis furnitur lain, ranjang sering kali dipandang sebagai simbol kelas sosial dan kekayaan (Nault, 2006).

Sebagian besar ranjang modern terdiri atas kerangka-kerangka besi atau kayu (*bedstead*) (Nault, 2006), kasur untuk alas tidur, seprai sebagai kain alas penutup kasur, selimut, dan bantal (Nault, 2006). Ranjang dapat pula berfungsi sebagai furnitur lain, misalnya menjadi sofa pada saat tidak digunakan (Nault, 2006). Isi dari kasur dapat berupa jerami, bulu, kapas dan pengisi buatan (Nault, 2006). Kebanyakan kasur modern menggunakan pegas, busa keras, air, atau udara.

Di sebelah bawah kasur, biasanya adalah kotak pegas (*box spring*). Kotak ini adalah kotak seukuran kasur yang terbuat dari kayu dan pegas yang memberikan dukungan tambahan dan suspensi untuk kasur. Lapisan selanjutnya biasanya adalah rangka ranjang yang menyokong kasur atau kotak per di atas di tanah.

2.2. Penggunaan Alarm Jam

Alarm secara umum dapat didefinisikan sebagai bunyi peringatan atau pemberitahuan. Sebuah jam alarm (atau kadang-kadang hanya sebuah alarm) adalah jam yang dirancang untuk memperingatkan kelompok individu atau individu pada waktu tertentu.

Secara umum, alarm berfungsi untuk memberitahukan apabila terjadi bahaya dan kerusakan ataupun kejadian yang tidak diharapkan pada jaringan melalui sinyal sehingga memberikan peringatan secara jelas agar dapat diantisipasi.

Pada alarm jam, Fungsi utamanya adalah mengeluarkan suara nyaring pada jam-jam tertentu. Gunanya untuk membangunkan orang dari tidurnya di pagi hari. Alarm jam dapat juga digunakan untuk membangunkan orang dari tidur siang dan

juga sebagai tanda pengingat sebuah jadwal, terkadang digunakan untuk pengingat lain juga. Sebagian besar menggunakan suara; beberapa menggunakan cahaya atau getaran. Beberapa memiliki sensor untuk mengidentifikasi ketika seseorang dalam tahap tidur ringan, untuk menghindari membangunkan seseorang yang tertidur lelap, yang menyebabkan kelelahan, bahkan jika orang tersebut telah tidur cukup. Untuk mematikan suara atau lampu, orang harus menekan tombol di badan jam dan alarm akan mati beberapa waktu setelahnya. Kebanyakan jam secara otomatis mematikan alarm jika dibiarkan cukup lama. Sebuah alarm jam analog klasik memiliki tambahan dial inset yang digunakan untuk menentukan waktu di mana alarm akan berdering. Jam alarm juga digunakan di ponsel, jam tangan dan komputer.

Banyak jam alarm memiliki penerima radio yang dapat diatur untuk mulai diputar pada waktu tertentu, dan dikenal sebagai radio jam . Beberapa jam alarm dapat mengatur beberapa alarm. Sebuah jam alarm progresif dapat memiliki alarm yang berbeda untuk waktu yang berbeda dan musik bermain dari pilihan pengguna. Sebagian besar televisi, komputer, ponsel, dan jam tangan digital modern memiliki fungsi alarm yang menyala atau membunyikan peringatan pada waktu tertentu.

2.3. Pengontrolan Arduino untuk Menggerakkan Motor dengan Setting Waktu

2.3.1. Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. (Kadir, 2013). Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “platform” di sini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory microcontroller*. Ada banyak proyek dan alat-alat dikembangkan oleh

akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan Arduino. Arduino berevolusi menjadi sebuah platform karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi.

Salah satu yang membuat Arduino memikat hati banyak orang adalah karena sifatnya yang *open source*, baik untuk *hardware* maupun *software*-nya. Diagram rangkaian elektronik Arduino digratiskan kepada semua orang. Arduino Uno seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.1** bisa bebas *download* gambarnya, membeli komponen-komponennya, membuat PCB-nya dan merangkainya sendiri tanpa harus membayar kepada para pembuat Arduino. Sama halnya dengan IDE Arduino yang bisa di-*download* dan di-*install* pada komputer secara gratis. Kita patut berterima kasih kepada tim Arduino yang sangat dermawan membagi-bagikan kemewahan hasil kerja keras mereka kepada semua orang (Setiawan et al., 2017).



Gambar 2.1 Arduino Uno (Arduino n.d., 2018)

- a. **Komunikasi.** Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan computer, Arduino Uno lain, atau mikrokontroler lain. ATmega3282 ini menyediakan UART TTL (5v) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX dan 1 (TX).

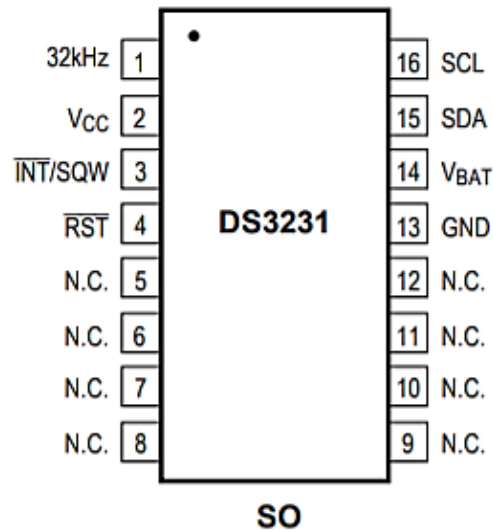
- b. **Input dan Output.** Setiap 14 pin digital pada ArduinoUno dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi pinMode(), digitalWrite(), dan digitalRead(). Input/output dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki internal pull-up resistor 20-50 Kohms.
- c. **Catu Daya.** Arduino Uno dapat beroperasi melalui koneksi USB atau power supply. Dalam penggunaan power supply dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan jack adaptor pada koneksi port inputsupply.
- d. **Memory.** Arduino memiliki 32 KB flash memory⁴ untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk bootloader.Arduino memiliki 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEPROM
- e. **Komunikasi Serial.** Merupakan komunikasi data dengan pengiriman data satu persatu pada satuan waktu. Transmisi data pada komunikasi serial dilakukan per bit.
- f. **Perangkat Lunak (Arduino Software).** Lingkungan open-source Arduino atau Arduino IDE5 memudahkan untuk menulis kode dengan meng-upload ke I/O board. Ini berjalan pada Windows, Mac OS X, dan Linux. Berdasarkan pengolahan, avr-gcc, dan perangkat lunak open-source lainnya
- g. **Pemrograman.** Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pilih ArduinoUno dari Tool lalu sesuaikan denganMicrocontroller yang digunakan.
- h. **Automatic Software Reset.** Tombol reset Arduino Uno dirancang dengan cara yang memungkinkan untuk mengatur ulang oleh perangkat lunak yang berjalan pada computer yang terhubung.
- i. **Arduino IDE (Ingrated Development Environment).** Diperuntukan untuk membuat perintah atau source code, melakukan pengecekan kesalahan, kompilasi, upload program, dan menguji hasil kerja arduino melalui serial monitor

2.3.2. Serial RTC (Real Time Clock) DS3231

RTC merupakan alat yang digunakan untuk mengakses data waktu dan kalender. *RTC* yang digunakan adalah DS3231 yang merupakan pengganti dari serial *RTC* tipe DS1307 dan DS1302. *RTC* mampu mengakses informasi data waktu mulai dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun. Akhir tanggal pada setiap bulan akan disesuaikan secara otomatis dengan kurang dari 31 hari dan juga mampu mengoreksi tahun kabisat. Pada DS3231 Operasi jam bisa diformat dalam 24 jam atau 12 jam (AM/ PM). Untuk tatap muka dengan suatu mikroprosesor dapat disederhanakan dengan menggunakan sinkronisasi komunikasi serial I2C dengan kecepatan clock 400Khz. Hanya membutuhkan 2 saluran untuk komunikasi dengan *clock*/RAM: *SCL* (*serial clock*), *SDA* (*Serial I/O data*), dan juga dilengkapi dengan keluaran *SQW/Out* yang dapat diprogram 15 untuk mengetahui perubahan data waktu pada *RTC* dan pin RST. DS3231 didesain untuk mengoperasikan pada power yang sangat rendah dan mempertahankan data dan informasi waktu ± 1 microwatt. Adapun karakteristik dari *RTC* tipe DS3231 yaitu:

- a. *RTC* menghitung detik, menit, jam, tanggal, bulan, hari setiap minggu dan tahun dengan benar sampai tahun 2100
- b. *Serial I2C* untuk pin minimum proses komunikasi *RTC* – 2.0 – 5.5 Volt *full operation*
- c. Mempunyai kemasan 16 pin SOICs
- d. *3 simple wire interface* (*I2C* dan *SQW/Out*)
- e. *Square wave output* yang dapat diprogram
- f. Mempunyai sensor temperatur dengan akurasi $\pm 3^\circ$ Celcius.

Adapun konfigurasi pin dari *RTC* DS3231 ditunjukkan sebagaimana **Gambar 2.2** di bawah ini:



Gambar 2.2 Bagian-bagian *RTC* DS3231 (DS3231 *Datasheet*)

2.3.3. *Relay*

Dalam dunia elektronika, *relay* dikenal sebagai komponen yang dapat mengimplementasikan logika switching. Sebelum tahun 70an, *relay* merupakan “otak” dari rangkaian pengendali. Baru setelah itu muncul PLC yang mulai menggantikan posisi *relay*. *Relay* yang paling sederhana ialah *relay* elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana *relay* elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut :

- a. Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar.
- b. Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.

Secara umum, *relay* digunakan untuk memenuhi fungsi – fungsi berikut :

- a. Remote control : dapat menyalakan atau mematikan alat dari jarak jauh
- b. Penguatan daya : menguatkan arus atau tegangan. Contoh : *starting relay* pada mesin mobil
- c. Pengatur logika kontrol suatu sistem

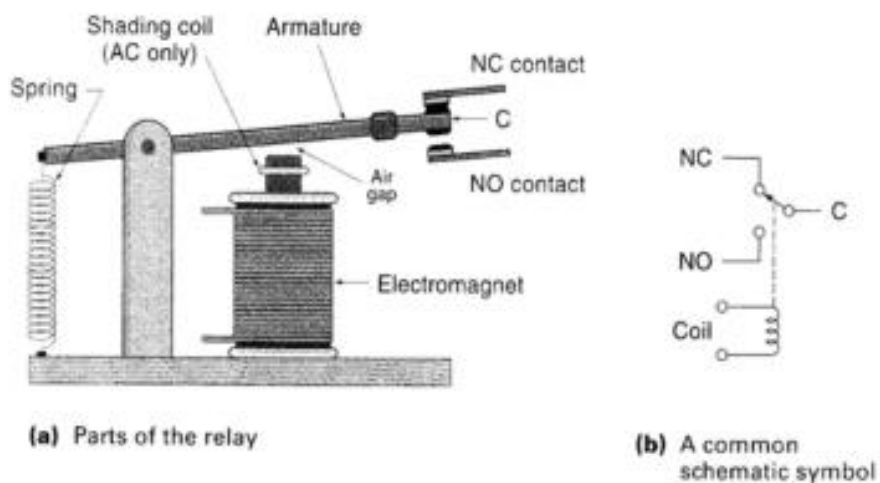


Gambar 2.3 Relay yang Tersedia di Pasaran (pintarelektro.com, diakses Maret 2022)

Prinsip Kerja dan Simbol

Relay terdiri dari *coil* dan *contact*. Perhatikan **Gambar 2.3**, *coil* adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang *contact* adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di *coil*. Contact ada 2 jenis: *Normally Open* (kondisi awal sebelum diaktifkan open), dan *Normally Closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan close).

Secara sederhana berikut ini prinsip kerja dari *relay*: ketika *Coil* mendapat energi listrik (*energized*), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik armature yang berpegas, dan *contact* akan menutup.



dijalankan sebagai generator, dan sebaliknya. Motor listrik dan generator yang sering disebut sebagai mesin-mesin listrik.

Motor arus bolak balik (motor AC) ialah suatu mesin yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik arus bolak balik (AC) menjadi tenaga gerak atau tenaga mekanik, di mana tenaga gerak itu berupa putaran dari pada rotor. Motor induksi merupakan motor listrik arus bolak balik (AC) yang paling luas digunakan. Motor induksi memiliki dua komponen dasar yaitu stator dan rotor bagian rotor dipisahkan dengan bagian stator-nya oleh celah udara yang sempit dengan jarak antara 0,4 mm sampai 4 mm tergantung pada kekuatan pada motor. Tipe dari motor induksi berdasarkan lilitan pada rotornya dibagi menjadi dua macam yaitu *squirrel-cage* rotor dan *wound rotor*.

Keuntungan utama motor DC terhadap motor AC adalah bahwa kecepatan motor AC lebih sulit dikendalikan. Untuk mengatasi kerugian ini, motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak frekwensi variabel untuk meningkatkan kendali kecepatan sekaligus menurunkan dayanya. Motor induksi merupakan motor yang paling populer di industri karena kehandalannya dan lebih mudah perawatannya. Motor induksi AC cukup murah (harganya setengah atau kurang dari harga sebuah motor DC) dan juga memberikan rasio daya terhadap berat yang cukup tinggi (sekitar dua kali motor DC).

Sebagai alat penggerak, motor – motor listrik lebih unggul dibanding alat-alat penggerak jenis lain karena motor – motor listrik dapat dikonstruksi sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik penggerak, antara lain:

- a. Bisa dibuat dalam berbagai ukuran tegangan,
- b. Mempunyai batas-batas kecepatan (*speed range*) yang luas,
- c. Pelayanan operasi mudah, dan pemeliharaannya sederhana,
- d. Bisa dikendalikan secara manual, atau secara otomatis dan bahkan kalau diinginkan bisa dilayani dari jarak jauh (*remote control*).

Berdasarkan Hubungan putaran motor dengan frekuensi-nya Motor AC dibedakan atas beberapa jenis:

1. Motor Asinkron (Motor Induksi)

Disebut Motor asinkron karena putaran motor tidak sama dengan putaran fluks magnet stator. Dengan kata lain, bahwa antara pada rotor dan fluks magnet stator terdapat selisih perputaran yang disebut dengan slip (s).

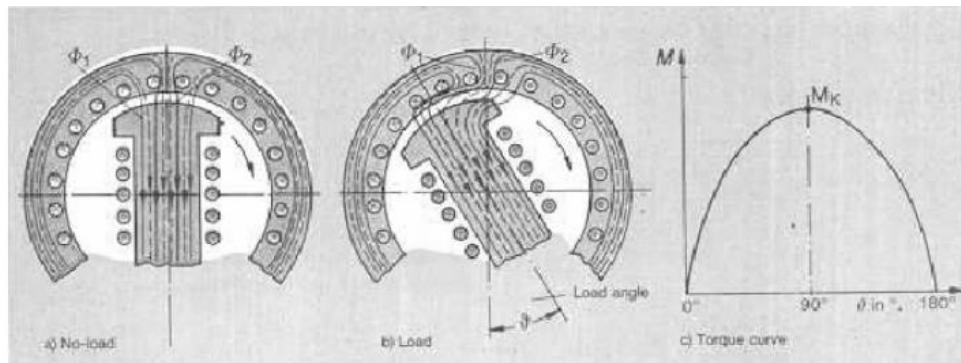
Motor induksi satu fasa merupakan motor arus bolak-balik (AC) yang berfungsi sebagai penggerak. Secara struktural jenis yang paling umum dari motor induksi satu fasa adalah motor sangkar tupai. Motor induksi satu fasa sebenarnya tidak mempunyai torsi awal saat dihidupkan, tetapi bila lilitan stator satu fasa dieksitasi dan rotor diputar dengan alat pembantu, konduktor rotor akan memotong medan stator dan menyebabkan dibangkitkannya ggl dalam rotor tersebut. Alat pembantu yang digunakan untuk memutar rotor motor induksi satu fasa disesuaikan dengan torsi pada saat dihidupkan dan torsi pada saat bekerja yang diperlukan oleh beban.

2. Motor Sinkron (Motor Serempak)

Disebut motor sinkron karena putaran motor sama dengan putaran fluks magnet stator. Mesin sinkron mempunyai kumparan jangkar pada stator dan kumparan medan pada rotor. Kumparan jangkarnya berbentuk sama dengan mesin induksi, sedangkan kumparan medan mesin sinkron dapat berbentuk kutub sepatu (*salient*) atau kutub dengan celah udara sama rata (rotor silinder). Arus searah (DC) untuk menghasilkan fluks pada kumparan medan dialirkan ke rotor melalui cincin dan sikat. Jadi konstruksi motor sinkron ini adalah sama dengan generator sinkron, bedanya hanya bahwa generator sinkron rotornya diputar untuk menghasilkan tegangan, sedangkan motor sinkron statornya diberi tegangan agar rotornya berputar.

Pada motor sinkron, motor tidak dapat berputar sendiri walaupun lilitan-lilitan stator telah dihubungkan dengan tegangan luar (dialiri arus). Agar motor sinkron dapat berputar, diperlukan penggerak permulaan. Sebagai penggerak permulaan umumnya dikerjakan oleh mesin lain.

Prinsip Kerja Motor Sinkron



Gambar 2.7 Terjadinya Torsi pada Motor Sinkron (a) Tanpa Beban (b) Kondisi Berbeban (c) Kurva Karakteristik Torsi (mercubuana.ac.id, diakses Maret 2022)

Gambar 2.7 memperlihatkan keadaan terjadinya torsi pada motor sinkron. Keadaan ini dapat dijelaskan sebagai berikut: apabila kumparan jangkar (pada stator) dihubungkan dengan sumber tegangan tiga fasa maka akan mengalir arus tiga fasa pada kumparan. Arus tiga fasa pada kumparan jangkar ini menghasilkan medan putar homogen (B_s). Berbeda dengan motor induksi, motor sinkron mendapat eksitasi dari sumber DC eksternal yang dihubungkan ke rangkaian rotor melalui slip ring dan sikat. Arus DC pada rotor ini menghasilkan medan magnet rotor (B_R) yang tetap. Kutub medan rotor mendapat tarikan dari kutub medan putar stator hingga turut berputar dengan kecepatan yang sama (sinkron). Torsi yang dihasilkan motor sinkron merupakan fungsi sudut torsi (δ). Semakin besar sudut antara kedua medan magnet, maka torsi yang dihasilkan akan semakin besar seperti persamaan di bawah ini.

$$T = k \cdot B_R \cdot B_{\text{net}} \sin \delta \quad (2.1)$$

Pada beban nol, sumbu kutub medan putar berimpit dengan sumbu kumparan medan ($\delta = 0$). Setiap penambahan beban membuat medan motor “tertinggal” dari medan stator, berbentuk sudut kopel (δ); untuk kemudian berputar dengan kecepatan yang sama lagi. Beban maksimum tercapai ketika $\delta = 90^\circ$. Penambahan beban lebih lanjut mengakibatkan hilangnya kekuatan torsi dan motor disebut kehilangan sinkronisasi. Oleh karena pada motor

sinkron terdapat dua sumber pembangkit fluks yaitu arus bolak-balik (AC) pada stator dan arus searah (DC) pada rotor, maka ketika arus medan pada rotor cukup untuk membangkitkan fluks (ggm) yang diperlukan motor, maka stator tidak perlu memberikan arus magnetisasi atau daya reaktif dan motor bekerja pada faktor daya = 1,0. Ketika arus medan pada rotor kurang (penguat berkurang), stator akan menarik arus magnetisasi dari jala-jala, sehingga motor bekerja pada faktor daya terbelakang (*lagging*). Sebaliknya bila arus pada medan rotor berlebih (penguat berlebih), kelebihan fluks (ggm) ini harus diimbangi, dan stator akan menarik arus yang bersifat kapasitif dari jala-jala, dan karenanya motor bekerja pada faktor daya mendahului (*leading*). Dengan demikian, faktor daya motor sinkron dapat diatur dengan mengubah-ubah harga arus medan (I_F)

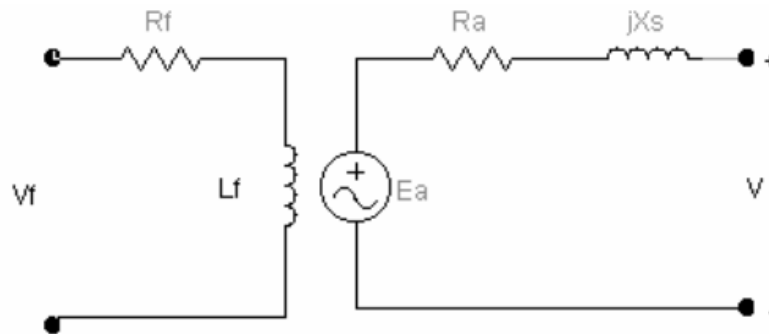
Pemodelan Mesin Sinkron

Mesin sinkron dapat dimodelkan dengan menggunakan rangkaian ekuivalennya. Dari rangkaian ekuivalen ini mesin sinkron dapat dianalisis dengan berbagai kondisi dengan cara yang mudah dan cepat tanpa harus mengoperasikan langsung mesin ini pada sistem tenaga. Dari rangkaian ekuivalen ini dapat dianalisis kondisi dinamis atas statis suatu mesin. Motor sinkron pada dasarnya adalah sama dengan generator sinkron karena mempunyai bentuk konstruksi yang sama, kecuali arah aliran daya pada motor sinkron merupakan kebalikan dari generator sinkron. Oleh karena arah aliran daya pada motor sinkron dibalik, maka arah aliran arus pada stator motor sinkron juga dapat dianggap dibalik jika dibandingkan dengan generator sinkron.

Motor Sinkron 1-Fasa

Untuk menganalisis kondisi motor sinkron dengan mudah, harus diketahui terlebih dahulu bentuk model rangkaian ekuivalennya. Rangkaian ekuivalen motor sinkron ini mirip dengan rangkaian ekuivalen generator sinkron, kecuali arah arus jangkar (I_a) yang dibalik. Oleh karena itu bentuk rangkaian ekuivalen motor sinkron 1-fasa mirip dengan rangkaian ekuivalen

alternator 1-fasa, tetapi dengan arah arus jangkar yang terbalik. Bentuk rangkaian ekuivalen motor sinkron 1-fasa ini diperlihatkan pada **Gambar 2.11**.



Gambar 2.8 Rangkaian Ekuivalen Motor Sinkron 1-Fasa (mercubuana.ac.id, diakses Maret 2022)

Dari **Gambar 2.8** dapat dibuatkan persamaan-persamaan yang memenuhi pada rangkaian ekuivalen motor sinkron 1-fasa sebagai berikut.

$$V = E_a + I_a \cdot R_a + j \cdot I_a \cdot X_S \quad (2.2)$$

atau:

$$E_a = V - I_a \cdot R_a - j \cdot I_a \cdot X_S \quad (2.3)$$

dan:

$$P_{in} = V \times I_a \times \cos \varphi \quad (2.4)$$

$$P_{cu} = (I_a)^2 \times R_a \quad (2.5)$$

$$P_{ind} = P_{in} - P_{cu} \quad (2.6)$$

$$P_{out} = P_{ind} - P_{rot} \quad (2.7)$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (2.8)$$

Dengan:

E_a = GGL induksi lawan pada kumparan motor sinkron (V)

V = tegangan terminal motor sinkron (V)

I_a = arus jangkar motor sinkron (A)

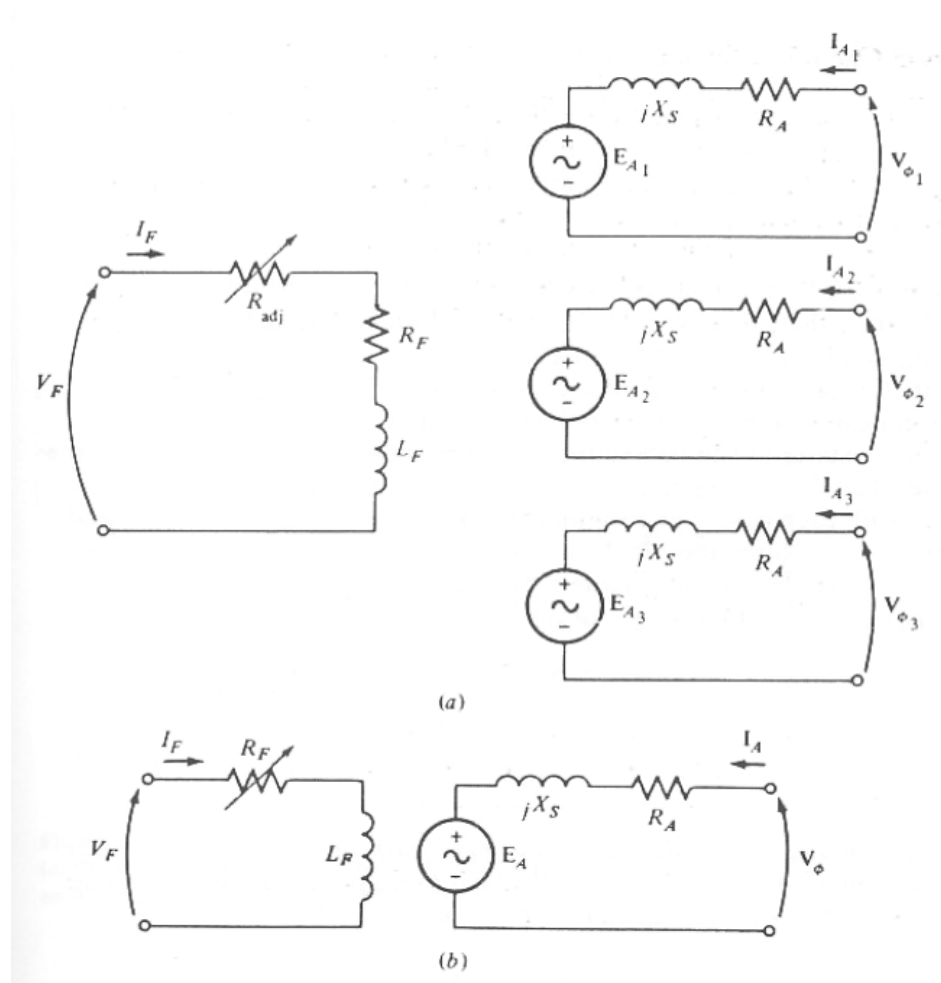
$\cos \varphi$ = faktor daya

R_a = tahanan jangkar motor sinkron (ohm)

X_S = reaktansi sinkron motor sinkron (ohm)

- P_{out} = daya keluaran motor sinkron (W)
- P_{in} = daya masukan motor sinkron (W)
- P_{cu} = rugi-rugi tembaga pada motor sinkron (W)
- P_{ind} = daya mekanik yang dibangkitkan pada rotor motor sinkron (W)
- η = efisiensi motor sinkron

Motor Sinkron 3-Fasa



Gambar 2.9 Rangkaian Ekuivalen Alternator 3-Fasa: a) Rangkaian 3-Fasa, dan b) Analisa Perfasa Sistem 3-Fasa (mercubuana.ac.id, diakses Maret 2022)

Konstruksi motor sinkron 3-fasa sama dengan konstruksi generator sinkron 3- fasa (alternator 3-fasa). Oleh karena itu, kumparan motor sinkron ini juga dapat dibuat dalam bentuk hubungan bintang (Y) dan delta seperti

halnya pada alternator 3fasa. Motor ini dapat dianalisis dengan menggunakan rangkaian ekuivalen yang sama dengan alternator, tetapi dengan arah arus yang berbeda. Dengan menggunakan **Gambar 2.9** maka dapat dibuatkan rumus untuk motor sinkron 3-fasa sebagai berikut.

a. Untuk hubungan bintang (Y)

$$\mathbf{E}_{A(\text{fasa-R})} = \mathbf{V}_{RN} - \mathbf{I}_{A(R)} \cdot (\mathbf{R}_{A(R)} + \mathbf{jX}_{S(R)}) \quad (2.9)$$

dengan:

$$\mathbf{V}_{RN} = \mathbf{V}_{LN} \angle \theta^\circ \quad (2.10)$$

$$\mathbf{E}_{A(\text{fasa-S})} = \mathbf{V}_{SN} - \mathbf{I}_{A(S)} \cdot (\mathbf{R}_{A(S)} + \mathbf{jX}_{S(S)}) \quad (2.11)$$

dengan:

$$\mathbf{V}_{SN} = \mathbf{V}_{LN} \angle (\theta + 240)^\circ \quad (2.12)$$

$$\mathbf{E}_{A(\text{fasa-T})} = \mathbf{V}_{TN} - \mathbf{I}_{A(T)} \cdot (\mathbf{R}_{A(T)} + \mathbf{jX}_{S(T)}) \quad (2.13)$$

dengan:

$$\mathbf{V}_{TN} = \mathbf{V}_{LN} \angle (\theta + 120)^\circ \quad (2.14)$$

dengan:

$$\mathbf{V}_{LN} = \frac{\mathbf{V}_{LL}}{\sqrt{3}} \quad (2.15)$$

$$\mathbf{V}_{LL} = \mathbf{V}_{RS} = \mathbf{V}_{ST} = \mathbf{V}_{TR} \quad (2.16)$$

b. Untuk hubungan delta

$$\mathbf{E}_{A(\text{fasa-RS})} = \mathbf{V}_{RS} - \mathbf{I}_{A(RS)} \cdot (\mathbf{R}_{A(RS)} + \mathbf{jX}_{S(RS)}) \quad (2.17)$$

$$\text{dengan: } \mathbf{V}_{RS} = \mathbf{V}_{LL} \angle \theta^\circ$$

$$\mathbf{E}_{A(\text{fasa-S})} = \mathbf{V}_{ST} - \mathbf{I}_{A(ST)} \cdot (\mathbf{R}_{A(ST)} + \mathbf{jX}_{S(ST)}) \quad (2.18)$$

$$\text{dengan: } \mathbf{V}_{ST} = \mathbf{V}_{LL} \angle (\theta + 240)^\circ$$

$$\mathbf{E}_{A(\text{fasa-TR})} = \mathbf{V}_{TR} - \mathbf{I}_{A(TR)} \cdot (\mathbf{R}_{A(TR)} + \mathbf{jX}_{S(TR)}) \quad (2.19)$$

$$\text{dengan: } \mathbf{V}_{TR} = \mathbf{V}_{LL} \angle (\theta + 120)^\circ$$

$$\text{dengan: } \mathbf{I}_A = \frac{\mathbf{I}_{LL}}{\sqrt{3}}$$

dengan:

$$\mathbf{V}_{TN} = \mathbf{V}_{LN} \angle (\theta + 120)^\circ \quad (2.20)$$

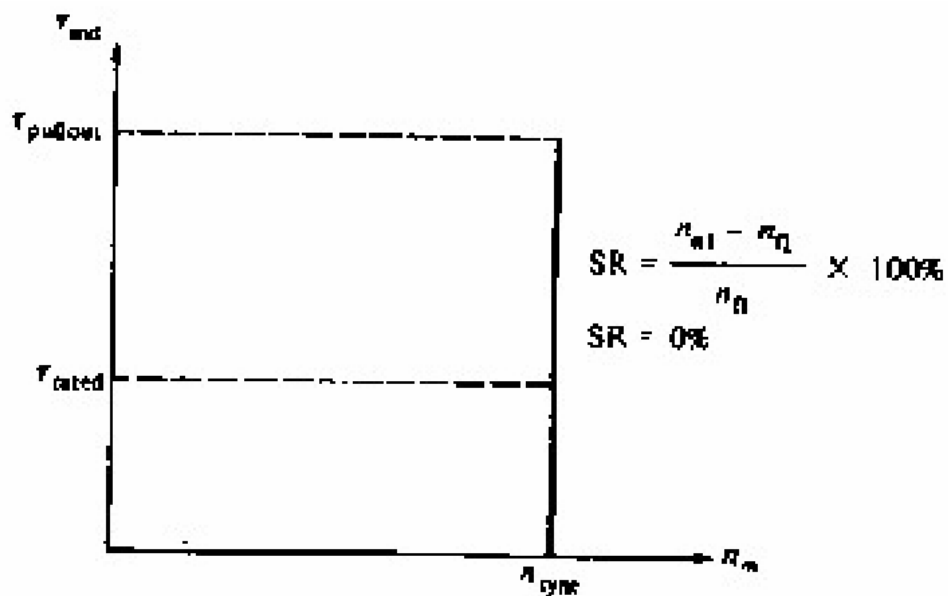
dengan:

$$V_{LN} = \frac{V_{LL}}{\sqrt{3}} \quad (2.21)$$

$$V_{LL} = V_{RS} = V_{ST} = V_{TR} \quad (2.22)$$

Untuk menghitung efisiensi motor sinkron 3-fasa dapat digunakan Persamaan (2.8) dengan cara mengalikan dengan 3 (tiga) semua hasil pada Persamaan (2.4) sampai dengan Persamaan (2.7).

Karakteristik Torsi Motor Sinkron



Gambar 2.10 Karakteristik Torsi – Kecepatan (mercubuana.ac.id, diakses Maret 2022)

Motor sinkron pada dasarnya merupakan alat yang menyuplai tenaga ke beban pada kecepatan konstan. Kecepatan putaran motor adalah terkunci pada frekuensi listrik yang diterapkan, oleh karena itu kecepatan motor adalah konstan pada beban bagaimanapun. Kecepatan motor yang tetap ini dari kondisi tanpa beban sampai torsi maksimum yang bisa disuplai motor disebut torsi *pullout*. Bentuk karakteristik torsi terhadap kecepatan ini diperlihatkan pada **Gambar 2.10**

Dengan mengacu kembali ke Persamaan (2.2) dan (2.5) dapat dibuatkan persamaan torsi motor sinkron 3-fasa sebagai berikut.

$$T_{\text{ind}} = \frac{3 \cdot V_{\phi} \cdot E_a \cdot \sin \delta}{\omega_m \cdot X_S} \quad (2.23)$$

Torsi maksimum motor terjadi ketika $\delta = 90^\circ$. Umumnya torsi maksimum motor sinkron adalah tiga kali torsi beban penuhnya. Ketika torsi pada motor sinkron melebihi torsi maksimum maka motor akan kehilangan sinkronisasi. Dengan mengacu kembali ke Persamaan (2.2), (2.4) dan (2.7), maka persamaan Torsi maksimum (*pullout*) motor sinkron dapat dibuatkan sebagai berikut.

$$T_{\text{ind}} = k \cdot B_R \cdot B_{\text{net}} \quad (2.24)$$

$$T_{\text{ind}} = \frac{(3 \cdot V_{\phi} \cdot E_a)}{(\omega_m \cdot X_S)} \quad (2.25)$$

Dari persamaan di atas menunjukkan bahwa semakin besar arus medan, maka torsi maksimum motor akan semakin besar.

Torsi adalah kekuatan yang menghasilkan rotasi. Hal ini menyebabkan objek untuk berputar. Torsi terdiri dari gaya yang bekerja pada jarak. Torsi, seperti bekerja, diukur adalah pound-feet (lb-ft). Apabila satuan T diubah menjadi satuan lb ft maka :

$$\begin{aligned} 1 \text{ lb} &= 4,447 \text{ N} & 1 \text{ lb-ft} &= 1,356 \text{ Nm} \\ 1 \text{ ft} &= 0,3048 \text{ m} & 1 \text{ Nm} &= 0,737 \text{ lb-ft} \end{aligned}$$

Dan untuk menghitung torsi motor pada saat beban penuh, kita dapat menerapkan rumus:

$$\tau = \frac{5252 \cdot P \text{ (hp)}}{n} \quad (2.26)$$

$$T_M = \frac{P_m}{\omega} \quad (2.27)$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_s}{60} \quad (2.28)$$

Dimana:

τ = Torsi

T_M = Torsi Mekanik

$P \text{ (hp)}$ = Daya kuda

5252 = Konstanta

n = Kecepatan Motor pada medan stator

P_m = Daya Motor

ω = Kecepatan sudut putar motor

Hubungan Antara Daya (P), Torsi (τ), dan kecepatan sudut (ω) ditunjukkan pada rumus berikut:

$$P = F \cdot v \quad (2.29)$$

Untuk mengetahui asal kemunculan konstanta 5252 kita dapat menguraikan besaran fisis yang berlaku pada rumus daya, torsi dan kecepatan. Peralnya, satuan termasuk dalam besaran fisis. Dalam sistem SI yang umum digunakan dalam fisika, daya dalam Watt, torsi dalam Newton-meter, dan kecepatan sudut adalah radian per detik. Ini berarti bahwa 1 Watt = 1 Newton.meter/detik. Jadi dalam hal ini, kita hanya mengalikan torsi dengan kecepatan sudut untuk mendapatkan daya. Tetapi, Jika kita menginginkan cara cepat untuk mengetahui jumlah hp yang diberikan torsi dalam ft-lbs dan rpm. Pertama mari kita mengalikan turunan dari rumus gaya dan kecepatan terhadap daya pada gerak melingkar.

$$\tau = F \cdot \text{rad}, F = \frac{\tau}{\text{rad}} \quad (2.30)$$

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot \text{rad} \cdot \text{rpm}}{60} \quad (2.31)$$

$$P = \left(\frac{\tau}{\text{rad}} \right) \left(2 \cdot \pi \cdot \text{rad} \cdot \frac{\text{rpm}}{60} \right) \quad (2.32)$$

Untuk mengonversikan daya dalam satuan hp dan waktu dalam satuan menit kita perlu memasukkan persamaan berikut pada Persamaan 2.34.

$$1 \text{ hp} = 550 \text{ ft} - \text{lbs/sec} \quad (2.33)$$

Sehingga,

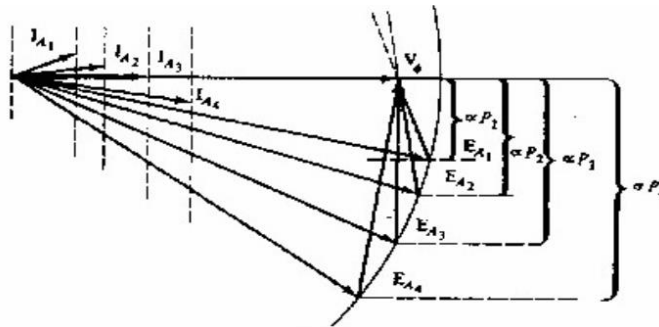
$$hp = (2\pi) \left(\frac{\tau}{550 \text{ ft} - \text{lb}} \right) \left(\frac{\text{rpm}}{60} \right) \quad (2.34)$$

$$\frac{550 \cdot 60}{2\pi} = 5252, 11412203255 \sim 5252$$

$$P \text{ (hp)} = \frac{\tau \cdot \text{rpm}}{5252} \quad (2.35)$$

$$\tau = \frac{5252 \cdot \text{hp}}{\text{rpm}} \quad (2.36)$$

Pengaruh perubahan beban pada motor sinkron



Gambar 2.11 Pengaruh Perubahan Beban pada Motor Sinkron

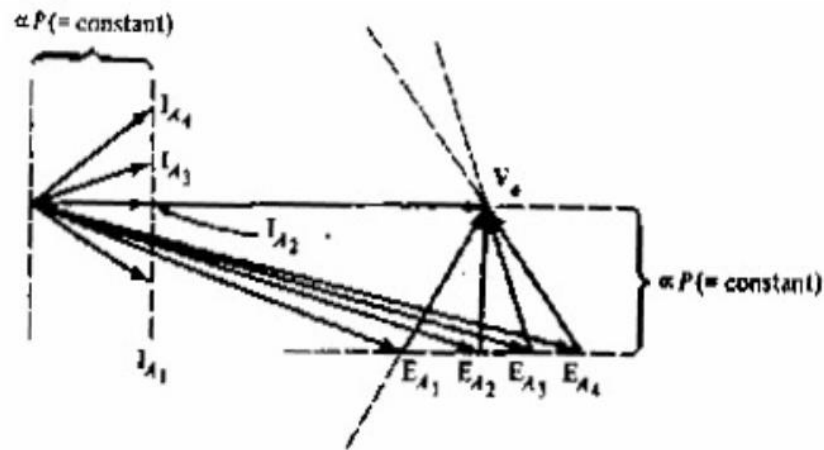
(mercubuana.ac.id, diakses Maret 2022)

Gambar 2.11 memberikan gambaran bentuk pengaruh perubahan beban pada motor sinkron. Jika beban dihubungkan pada motor sinkron, maka motor akan membangkitkan torsi yang cukup untuk menjaga motor dan bebannya berputar pada kecepatan sinkron. Misal mula-mula motor sinkron beroperasi pada faktor daya mendahului (*leading*). Jika beban pada motor dinaikkan, putaran rotor pada asalnya akan melambat. Ketika hal ini terjadi, maka sudut torsi δ menjadi lebih besar dan torsi induksi akan naik. Kenaikan torsi induksi akan menambah kecepatan rotor, dan motor akan kembali berputar pada kecepatan sinkron tapi dengan sudut torsi δ yang lebih besar.

Pengaruh pengubahan arus medan pada motor sinkron

Kenaikan arus medan I_F menyebabkan kenaikan besar E_a tetapi tidak mempengaruhi daya real yang disuplai motor. Daya yang disuplai motor berubah hanya ketika torsi beban berubah. Oleh karena perubahan arus medan tidak mempengaruhi kecepatan dan beban yang dipasang pada motor, maka daya real yang disuplai motor juga tidak berubah. Oleh karena tegangan fasa sumber tegangan juga konstan, maka jarak daya pada diagram fasor ($E_a \cdot \sin \delta$

dan $I_a \cos \theta$ pada **Gambar 2.12**) juga harus konstan. Ketika arus medan dinaikkan, maka E_a naik, tetapi ia hanya bergeser di sepanjang garis dengan daya konstan. Gambaran hubungan pengaruh kenaikan arus medan pada motor sinkron ini diperlihatkan pada **Gambar 2.12**.

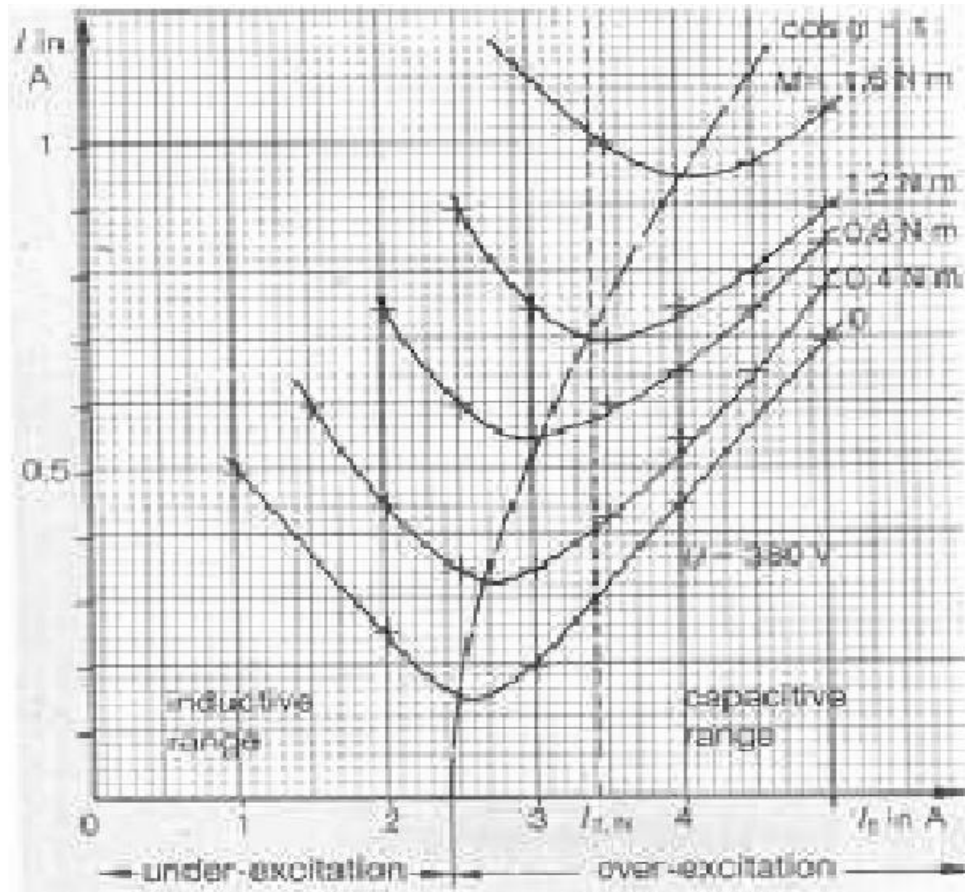


Gambar 2.12 Pengaruh Kenaikan Arus Medan pada Motor Sinkron
(mercubuana.ac.id, diakses Maret 2022)

Ketika nilai E_a naik, besar arus I_a mula-mula turun dan kemudian naik lagi. Pada nilai E_a rendah, arus jangkar I_a adalah *lagging* dan motor bersifat induktif. I_a bertindak seperti kombinasi resistor-induktor dan menyerap daya reaktif Q . Ketika arus medan dinaikkan, arus jangkar menjadi kecil dan pada akhirnya menjadi sefasis (sefasa) dengan tegangan. Pada kondisi ini motor bersifat resistif murni. Ketika arus medan dinaikkan lebih jauh, maka arus jangkar akan menjadi mendahului (*leading*) dan motor menjadi beban kapasitif. I_a bertindak seperti kombinasi resistor-kapasitor menyerap daya reaktif negatif $-Q$ (menyuplai daya reaktif Q ke sistem). Hubungan antara arus jangkar I_a dengan arus medan I_f untuk satu beban (P) yang tetap akan merupakan kurva yang berbentuk V seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 2.13**.

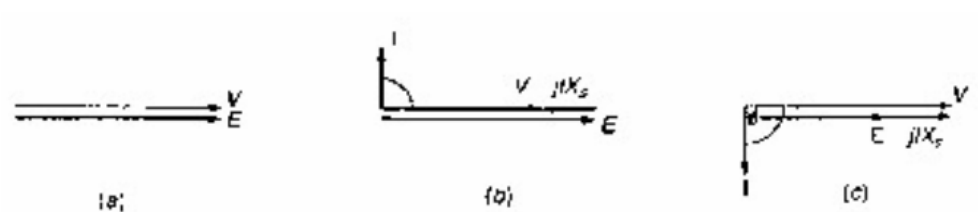
Beberapa kurva V digambarkan untuk level daya yang berbeda. Arus jangkar minimum terjadi pada faktor daya satu dimana hanya daya real yang disuplai ke motor. Pada titik lain, daya reaktif disuplai ke atau dari motor. Untuk arus medan lebih rendah dari nilai yang menyebabkan I_a minimum,

maka arus jangkar akan tertinggal (*lagging*) dan menyerap Q. Oleh karena arus medan pada kondisi ini adalah kecil, dan motor dikatakan *under excitation*. Untuk arus medan lebih besar dari nilai yang menyebabkan I_a minimum, maka arus jangkar akan mendahului (*leading*) dan menyuplai Q. Kondisi ini disebut *over excitation*.



Gambar 2.13 Kurva V hubungan Antara Arus Jangkar I_a dengan Arus Medan I_f Untuk Satu Beban (P) yang Tetap Pada Motor Sinkron (mercubuana.ac.id, diakses Maret 2022)

Daya Reaktif

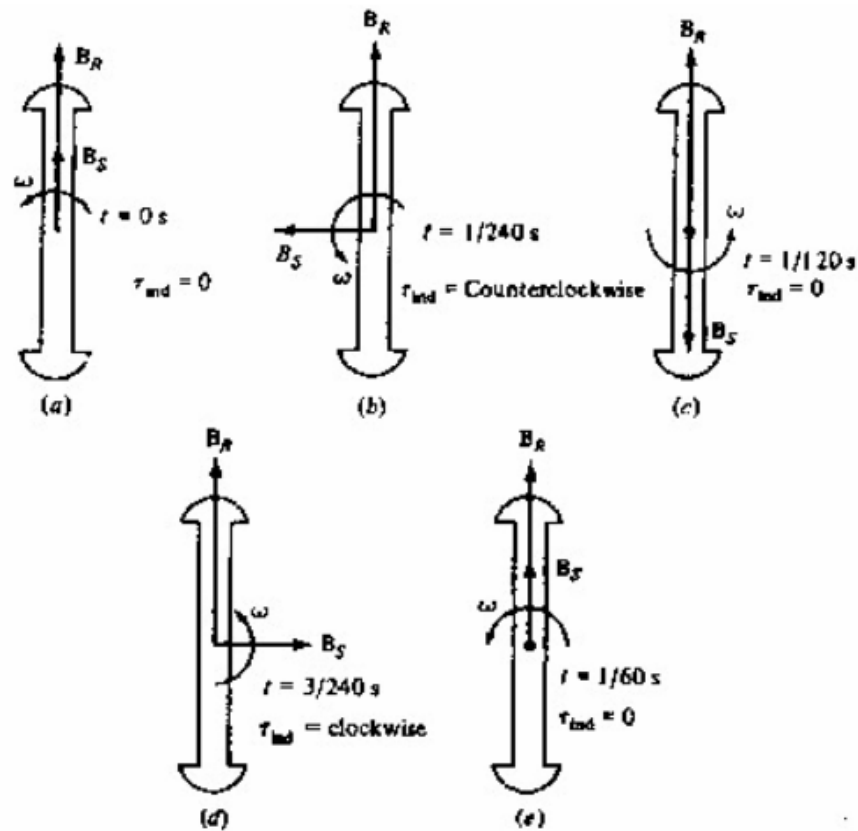


Gambar 2.14 Diagram Vektor Daya Reaktif Motor Sinkron Tanpa Beban

Motor sinkron tanpa beban dalam keadaan penguatan tertentu dapat menimbulkan daya reaktif. Perhatikan diagram vektor motor sinkron tanpa beban pada **Gambar 2.14**.

Pada gambar (a), penguatan normal, sehingga $V = E$. Motor dalam keadaan mengambang karena tidak memberikan ataupun menarik arus. V berimpit dengan E karena dalam keadaan tanpa beban sudut daya $\delta = 0$. Pada gambar (b), penguatan berlebih, sehingga $E > V$. Arus kapasitif (*leading current*) ditarik dari jala-jala. Daya aktif $P = VI \cos \theta = 0$. Jadi, motor berfungsi sebagai pembangkit daya reaktif yang bersifat kapasitif (kapasitor). Pada gambar (c), penguatan berkurang, sehingga $E < V$. Arus magnetisasi (*lagging current*) ditarik dari jala-jala. Jadi, motor berfungsi sebagai pembangkit daya reaktif yang bersifat induktif (induktor).

Starting Motor Sinkron



Gambar 2.15 Torsi Motor Sinkron pada Kondisi Start (mercubuana.ac.id, diakses Maret 2022)

Pada saat start (tegangan dihubungkan ke kumparan stator) kondisi motor adalah diam dan medan rotor B_R juga stasioner, medan magnet stator mulai berputar pada kecepatan sinkron. Saat $t = 0$, B_R dan B_S adalah segaris, maka torsi induksi pada rotor adalah nol. Kemudian saat $t = \frac{1}{4}$ siklus rotor belum bergerak dan medan magnet stator ke arah kiri menghasilkan torsi induksi pada rotor berlawanan arah jarum jam. Selanjutnya pada $t = \frac{1}{2}$ siklus B_R dan B_S berlawanan arah dan torsi induksi pada kondisi ini adalah nol. Pada $t = \frac{3}{4}$ siklus medan magnet stator ke arah kanan menghasilkan torsi searah jarum jam. Demikian seterusnya pada $t = 1$ siklus medan magnet stator kembali segaris dengan medan magnet rotor. Bentuk hubungan Torsi motor sinkron pada kondisi start ini diperlihatkan pada **Gambar 2.15**.

Selama satu siklus elektrik dihasilkan torsi pertama berlawanan jarum jam kemudian searah jarum jam, sehingga torsi rata-rata pada satu siklus adalah nol. Ini menyebabkan motor bergetar pada setiap siklus dan mengalami pemanasan lebih. Tiga pendekatan dasar yang dapat digunakan untuk men-*start* motor sinkron dengan aman adalah.

1. Mengurangi kecepatan medan magnet stator pada nilai yang rendah sehingga rotor dapat mengikuti dan menguncinya pada setengah siklus putaran medan magnet. Hal ini dapat dilakukan dengan mengurangi frekuensi tegangan yang diterapkan.
2. Menggunakan penggerak mula eksternal untuk mengakselerasikan motor sinkron hingga mencapai kecepatan sinkron, kemudian penggerak mula dimatikan (dilepaskan).
3. Menggunakan kumparan peredam (*dampers winding*) atau dengan membuat kumparan rotor motor sinkron seperti kumparan rotor belitan pada motor induksi (hanya saat *start*).

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dipaparkan metode-metode yang digunakan untuk membangun penelitian ini. Metode-metode ini akan dibahas lebih lanjut untuk membantu pembaca memahami isi penelitian. Dalam penjelasan juga nantinya akan disertakan gambar, tabel, dan persamaan yang akan digunakan pada penelitian. Metode-metode yang dipaparkan didasari pada teori-teori yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

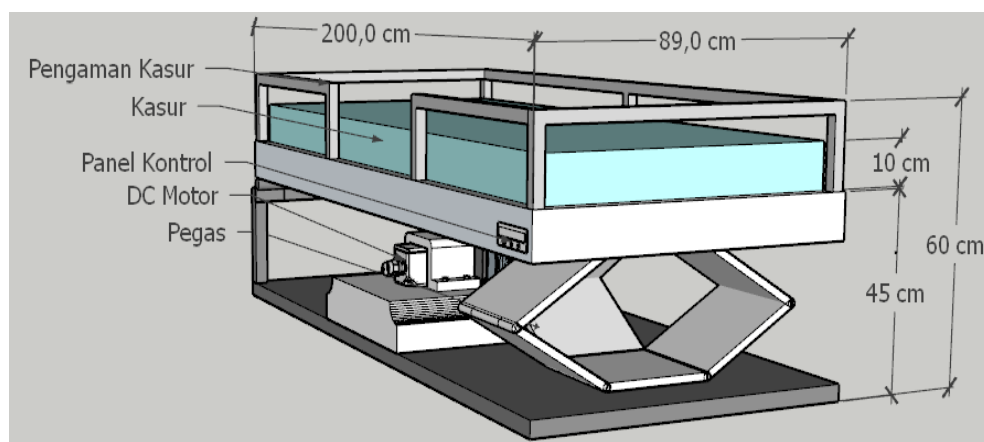
3.1. Waktu dan Lokasi Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada di Laboratorium Elektronika Daya, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, dan di Workshop M3 TECH, Makassar. Penelitian ini dilaksanakan selama kurang lebih 7 bulan terhitung sejak Juli 2021 hingga Februari 2022.

3.2. Konfigurasi Alat

Konfigurasi dalam perancangan prototipe dalam penelitian ini terdiri dari konfigurasi mekanik dan konfigurasi elektris dapat dilihat pada **Gambar 3.1** dan **Gambar 3.2** di bawah:

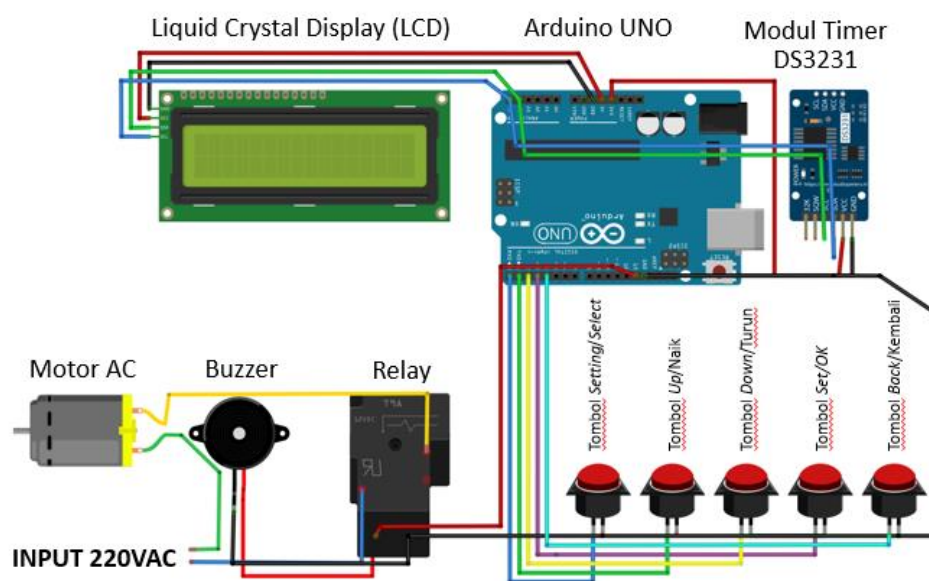
3.2.1 Konfigurasi Mekanik



Gambar 3.1 Konfigurasi Mekanik

Rangka tempat tidur dirakit sedemikian rupa dengan menambahkan komponen penggerak mekanik di bawah pada sisi depan tempat tidur dan disisi lain diberikan engsel agar rangka dapat leluasa bergerak. Ketika motor memutar rangka yang dibuat untuk menghasilkan Gerakan linear dengan arah yang vertikal (naik-turun).

3.2.2 Konfigurasi Elektrik

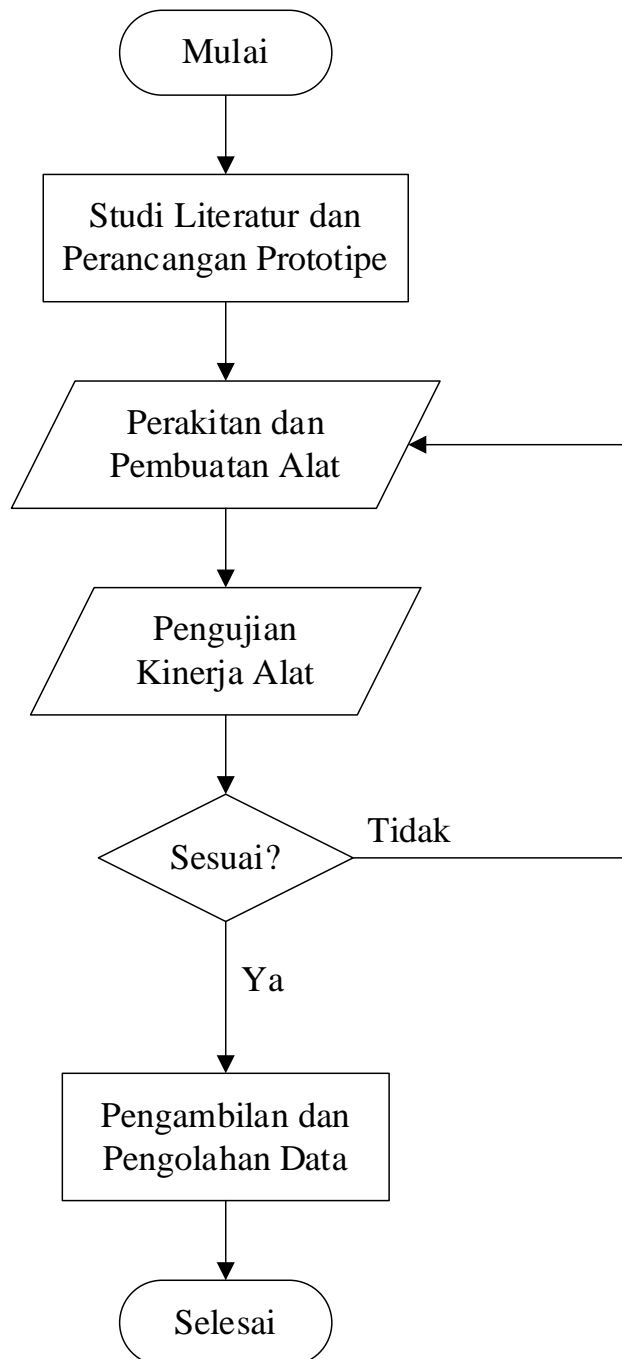


Gambar 3.2 Konfigurasi Elektrik

Arduino Uno sebagai ‘otak’ yang mengontrol pergerakan motor AC pada rangka berdasarkan *setting* dari *input* waktu yang ditampilkan oleh *Real Time Clock*. Pengkodean program pada Arduino mengontrol data masukan dari *Real Time Clock* untuk menampilkan data waktu lokal terkini pada modul *LCD I2C* selanjutnya dikelola oleh mikrokontroler dengan bantuan *Push Button* untuk menyetel waktu untuk mengaktifkan alarm. Ketika alarm diaktifkan mikrokontroler mengeluarkan sinyal menuju Motor Penggerak. Dengan begitu, motor penggerak dapat beroperasi untuk menggerakkan rangka tempat tidur naik dan turun seperti ‘gempa’.

3.3. Tahap Penelitian

Secara garis besar, tahap-tahap dalam penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.3** di bawah:



Gambar 3.3 Tahap Penelitian

3.3.1 Perancangan Prototipe

Perancangan rangka prototipe menggunakan aplikasi *Sketch Up 2020* untuk memberikan pemodelan 3D rancangan struktur dari rangka prototipe. Hasil rancangan nantinya akan menjadi acuan untuk membangun rangka alat.

Alat yang dirancang pada saat pembuatan proposal ini merupakan rancangan yang dibuat sesuai dengan teori dasar dan spesifikasi komponen alat dan bahan yang didapatkan dari studi literatur dari berbagai sumber. Pada kenyataannya, ada banyak faktor yang mempengaruhi persentase keberhasilan alat ini. Namun, pada perancangan alat ini dilakukan dengan pertimbangan reliabilitas dan biaya dengan mengutamakan aspek fungsionalitas alat.

3.3.2 Perakitan dan Pembuatan Alat

Pembuatan dan perakitan “Rancang Bangun Tempat Tidur Berteknologi Alarm ‘gempa’ Menggunakan Motor AC Berbasis Arduino Uno” terbagi menjadi tiga, yakni:

1. **Perakitan komponen mekanik**, merupakan pembuatan rangka alat, besi dengan berbagai bentuk dan ukuran akan melalui berbagai proses untuk menghasilkan rangka prototipe yang diinginkan. Besi *hollow* ukuran 4×4 dikombinasikan dengan ukuran 2×4 juga 2×2 yang menjadi bahan penyusun rangka utama terlebih dahulu di potong-potong menjadi berbagai ukuran sesuai dengan yang diinginkan menggunakan alat gerinda duduk dan gerinda potong. Kombinasi ukuran *hollow* tersebut guna meminimalisir massa pada alat juga biaya perakitan. Setelah mendapatkan potongan yang diinginkan, besi *hollow* beserta beberapa besi L tebal dan besi pelat di satukan dengan metode pengelasan. Setelah masing-masing segmen telah selesai maka terlebih dahulu segmen tersebut akan disatukan dan kemudian diuji dengan dipasang Motor AC sebagai penggerak untuk mengetahui apakah gerakan dari prototipe telah sesuai dengan yang diinginkan. Setelah selesai diuji, akan dilakukan pengelasan *full* untuk memperkuat

rangka. Setelah itu akan dilakukan *finishing* dengan menghaluskan hasil las dengan menggunakan gerinda dengan mata gerinda gosok, lalu rangka akan dilapisi oleh cat dengan metode *dico* menggunakan kompresor. Setelah selesai dijemur, rangka siap untuk digunakan. Adapun proses pembuatan rangka alat dilakukan di *Workshop M3-TECH*. Pembuatan fisik dari prototipe yang terdiri dari rangka ranjang tidur, motor penggerak, lengan *coupling* antara motor dan rangka yang bergerak, serta penempatan komponen-komponen elektrik.

2. **Perakitan komponen elektrik**, merupakan perakitan koneksi antar komponen diantara-Nya *Real Time Clock*, Motor Penggerak, Arduino, *Relay*, *Buzzer*, *Power Supply*, serta beberapa *Push Button*. Pada proses pembuatan komponen elektrik yaitu terkait pada sistem kontrol dan suplai daya, masing-masing komponen terlebih dahulu dirangkai di *Breadboard* untuk menguji apakah komponen dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Setelah pengujian pada *breadboard* selesai, Adapun proses pembuatan sistem kontrol dan pencatatan data dilakukan di *Workshop M3-TECH*.
3. **Pemrograman Arduino**, merupakan proses pembuatan program, terlebih dahulu dilakukan pemetaan mengenai *input*, proses dan hasil dari sistem. Setelah pemetaan selesai, maka pembuatan program dimulai sembari mempelajari contoh-contoh program di internet. Pembuatan program pada prototipe dilakukan di aplikasi Arduino IDE. Selama pembuatan program, dilakukan juga pengecekan masing-masing bagian program pada komponen elektronika untuk memastikan tiap bagian program telah tepat. Setelah pembuatan program telah selesai, maka program akan di *upload* ke rangkaian kontrol dan pencatatan data yang telah dibuat sebelumnya untuk menjalani proses pengujian. Apabila pada program masih terdapat eror, maka akan dilakukan perbaikan program hingga nantinya didapatkan *script* program yang sesuai.

3.3.3 Penyempurnaan Alat

Setelah perakitan dan pembuatan alat, perlu diadakan penyempurnaan alat guna memaksimalkan kinerja pada alat.

3.3.4 Pengujian Kinerja Alat

Setelah alat dibuat sesuai dengan rancangan yang telah disempurnakan, maka perlu diadakan pengujian kinerja alat. Pengujian kinerja alat dilakukan untuk memastikan alat bekerja dengan baik selama proses pengambilan data serta mencapai fungsionalitas yang diinginkan pada luaran. Apabila pengujian gagal maka kesalahan kinerja akan dicatat dan dilakukan lagi penyempurnaan alat. Setelah berbagai pengujian berhasil, penelitian akan dilanjutkan tahap pengambilan data.

3.3.5 Evaluasi

Evaluasi diperlukan guna melihat apakah kinerja dari prototipe yang telah dibuat sudah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Jika alat dapat menyelesaikan permasalahan yang telah dirumuskan dan luaran yang diharapkan dapat tercapai, maka proses pembuatan alat selesai. Tetapi jika alat belum bisa menyelesaikan permasalahan yang telah dirumuskan dan luaran yang diharapkan belum bisa tercapai, maka akan dilakukan analisis serta perakitan kembali.

3.3.6 Pengambilan dan Pengolahan Data

Pengambilan data dilakukan untuk mendapatkan hasil pengujian prototipe pada keadaan beroperasi. Hasil pengambilan data nantinya akan diolah dan dianalisis lebih lanjut untuk merumuskan kesimpulan. Ketika alat/prototipe yang dibuat telah sesuai dengan yang diharapkan maka selanjutnya dapat dilakukan pengambilan data diantaranya massa beban pada motor; daya yang dibutuhkan motor; torsi yang dikeluarkan motor; desain akhir alat; program arduino untuk menjalankan alat; serta rangkaian komponen elektrik akhir alat. Setelah semua data yang dibutuhkan telah

lengkap dapat menarik beberapa kesimpulan, lalu dibuatkan sebuah laporan hasil dari pengerjaan alat/prototipe dan penelitian dianggap selesai.

3.3.7 Komponen yang Digunakan

Penelitian dilakukan dengan beberapa komponen, baik perangkat keras maupun perangkat lunak sebagai berikut:

Tabel 3.1 Daftar Komponen yang Digunakan

No	Komponen	Jumlah	Kegunaan
1	Rangka Penggerak Mekanik Tempat Tidur (Terdiri dari Besi <i>Hollow</i> , Engsel Bubut, <i>Bearing</i> , dan <i>Shaft</i>)	1 buah	Sebagai objek percobaan
2	Motor Sinkron 14W 220VAC	1 buah	Sebagai penggerak yang memberikan efek seperti 'gempa' pada tempat tidur
3	Mikrokontroler Arduino Uno	2 buah	Sebagai perangkat yang menjalankan fungsi kendali dan proses pada alat
4	Modul <i>RTC</i> DS3231	1 buah	Memberi masukan data berupa waktu pada mikrokontroler
5	Relay	1 buah	Sebagai saklar yang dikontrol menggunakan mikrokontroler untuk mengaktifkan atau menonaktifkan motor penggerak
6	Kabel NYYHY 2x1,5 mm	3 meter	Sebagai penghubung antar komponen
7	<i>LCD</i>	1 buah	Untuk menampilkan data waktu dan setting dari mikrokontroler
9	<i>Push Button</i>	4 buah	Untuk mengatur tampilan dan setting pada alat

Lanjutan **Tabel 3.2** Daftar Komponen yang Digunakan

No	Komponen	Jumlah	Kegunaan
10	Multimeter UNI-T UT 61E	1 buah	Sebagai alat untuk mengukur arus, tegangan dan daya pada motor
11	<i>Software Sketch Up 2020</i>	-	Perangkat lunak yang digunakan untuk merancang rangka alat
12	<i>Software Arduino IDE</i>	-	Perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram arduino.
13	Mesin Las, Gerinda, Bor, Kompresor, Kunci Inggris, Kunci L, dan alat bengkel lainnya	1 unit	Alat-alat yang digunakan saat pengerjaan rangka
14	Solder, Tang <i>Crimping</i> , Pisau <i>Cutter</i> , Tang Potong, dan alat pekerja elektronika lainnya	1 unit	Alat-alat yang digunakan saat pengerjaan sistem kontrol alat
15	Kacamata <i>safety</i> , sarung tangan, sepatu <i>safety</i> dan kacamata las	1 unit	Alat-alat keselamatan yang digunakan untuk mencegah kecelakaan kerja

3.4. Parameter Perancangan

Dalam perancangan prototipe ini terdapat beberapa parameter yang harus dijadikan sebagai acuan dasar dalam proses desain. Adapun parameternya sebagai berikut:

3.4.2 Jenis Motor Penggerak



Gambar 3.4 Motor Sinkron AC yang Digunakan (shopee.co.id, diakses Maret 2022)

Motor penggerak yang digunakan merupakan jenis motor sinkron AC. Adapun Spesifikasi Motor AC yang digunakan adalah seperti pada Tabel di bawah ini:

Tabel 3.3. Spesifikasi Motor yang Digunakan (shopee.co.id, diakses Maret 2022)

Tegangan Kerja	220V AC
Frekuensi	50/60 Hz
Daya	14W
Kecepatan	20 rpm
Cos \emptyset	0,8

3.4.3 Mikrokontroller

Pemilihan Mikrokontroller yang digunakan ialah jenis Arduino Uno. merupakan salah satu dari seri dari *board* Arduino yang berbasis pada mikrokontroler ATmega328. *Board* mikrokontroler ini dibuat untuk keperluan instalasi semi permanen yang membutuhkan fleksibilitas, biaya

yang murah dan ukuran yang kecil. Memiliki 14 pin IO (*Input Output*) digital (6 diantaranya bisa digunakan sebagai pin PWM) dan 6 pin *Input Analog*. sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah *header ICSP*, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuatnya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang diprogram sebagai *USB to serial converter* untuk komunikasi serial ke komputer melalui *port USB* (Arduino, n.d.).

Adapun spesifikasi dari Arduino Uno dapat dilihat pada Tabel 3.3. di bawah ini:

Tabel 3.4 Spesifikasi Arduino Uno (Arduino n.d., 2018)

Mikrokontroller	ATmega328
Tegangan Operasi	5 V
Tegangan <i>Input</i> (recommended)	7-12 V
Tegangan <i>Input</i> (limit)	6-20 V
Pin Digital I/O	14 (6 diantaranya pin PWM)
Pin Analog <i>Input</i>	6
Arus DC per pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3 V	150 mA
<i>Flash Memory</i>	32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk bootloader
EEPROM	1 KB
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

3.4.4 Input Modul Pewaktu

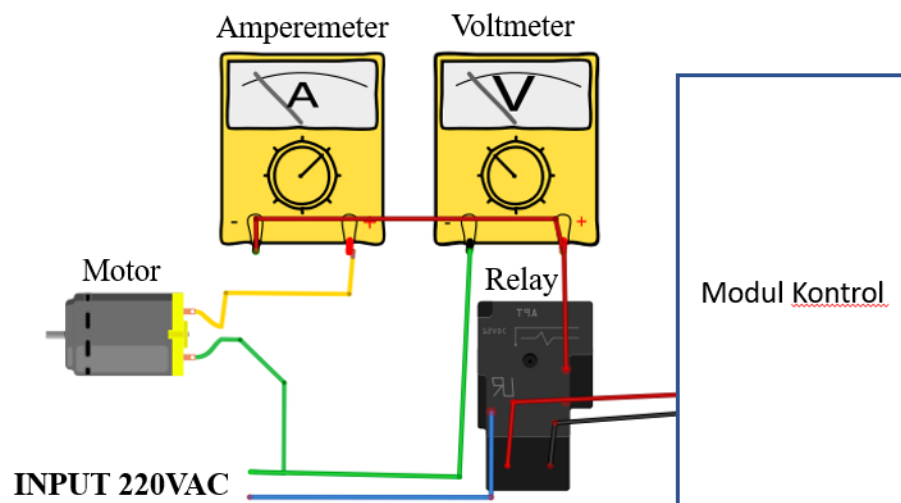
DS3231 dipilih sebagai pewaktu digital *extremely I2C real-time clock (RTC)* yang terintegrasi dengan sebuah *temperature-compensated crystal oscillator* (TCXO). Pada modul tersedia *slot* baterai, sehingga modul dapat tetap menyediakan ketepatan waktu yang akurat saat daya utama terputus. Pengintegrasian alat dengan sebuah *resonator crystal* membuat alat ini

mempunyai akurasi yang tinggi dalam jangka panjang. Pewaktu *RTC* ini dapat mempertahankan nilai detik, menit, jam, hari, hingga tahun, dimana pada pergantian bulan, tanggal di akhir bulan akan secara otomatis disesuaikan, termasuk pada kasus tahun kabisat. Format jam dalam pewaktu ini dapat disesuaikan dengan format 24 jam atau 12 jam. Pewaktu *RTC* DS3231 memiliki 16 pin, namun hanya 8 pin saja yang digunakan. Pin-pin tersebut terdiri dari pin 32k, SQW, pin SCL dan SDA yang digunakan untuk komunikasi I2C, VCC, VBAT, *Ground*, dan *Reset* seperti dapat dilihat pada **Gambar 3.9**. (Maxim Integrated, 2015).

3.5. Prosedur Pengambilan dan Pengolahan Data

Pengambilan data dilakukan di *Workshop* M3 TECH (-5.124657078944985, 119.53034767176612), BTN Mangga Tiga Blok D5 No. 12, Makassar. Pengambilan data dilakukan dengan mengubah-ubah pembebanan pada rangka tempat tidur lalu mengambil data dari beberapa parameter dengan menggunakan beberapa alat ukur, yaitu:

1. Multimeter, untuk mengukur nilai dari parameter arus, tegangan dan daya pada saat motor bekerja. Multimeter dirangkai sesuai **Gambar 3.6**



Gambar 3.5 Skematik Pengukuran Arus dan Tegangan

2. Timbangan, untuk mengukur massa pembebanan pada rangka tempat tidur.

3. *Tachometer*, untuk mengukur kecepatan putar pada motor.

Setelah data-data tersebut didapatkan, lalu dilakukan pengolahan data menggunakan rumus yang telah dirujuk.

3.6. Hasil Akhir Data

Hasil akhir pengolahan data berupa nantinya akan berupa grafik-grafik sebagai berikut:

- a. Grafik perbandingan antara tegangan, arus, dan daya pada motor.
- b. Grafik perbandingan massa dan konsumsi daya pada motor.
- c. Grafik perbandingan massa dan torsi motor.

Rangkaian metode yang telah dirumuskan pada Bab III ini nantinya akan diterapkan dalam perancangan alat. Hasil dari penerapan metode pada Bab III akan dapat diamati pada Bab IV yang berisi diskusi dan pembahasan dari hasil pengambilan data. Dari hasil pada Bab IV inilah nantinya dapat ditentukan apakah metode pada Bab III berhasil untuk mendapatkan hasil yang diharapkan.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bab IV ini akan berisi diskusi dan pembahasan yang merupakan hasil dari penerapan metode pada Bab III dan bab-bab sebelumnya. Pada bab ini nantinya akan didiskusikan mengenai hasil pengambilan data yang dilakukan. Pembahasan pada bab ini nantinya akan menentukan apakah tujuan penelitian yang telah dirumuskan sebelumnya dapat tercapai.

4.1. Tampilan Prototipe saat Pengujian



Gambar 4.1 Tampilan Prototipe Saat Pengujian

Pengambilan data dilakukan di *Workshop M3-TECH*, Makassar.

4.2. Skenario Pengujian

Pada perancangan alat terdapat rangkaian skenario pengujian yang dilakukan untuk memastikan tiap komponen pada alat dapat bekerja sebagaimana mestinya. Skenario pengujian tersebut terdiri dari tiga bagian, yaitu skenario pengujian sistem mekanik, sistem elektrik, serta sistem kontrol dan pencatatan data yang akan dibahas pada bagian di bawah.

4.2.1. Skenario Pengujian Sistem Mekanik

Pada sistem mekanik, skenario pengujian dilakukan untuk memastikan tiga hal, yaitu pergerakan, beban rangka kepada motor, dan ketahanan rangka perubahan beban.

a. Skenario Pengujian Pergerakan

Pada sistem mekanik diadakan pengujian pergerakan linear dihasilkan yang arahnya dapat berubah-ubah. Pergerakan linear tersebut berasal dari pergerakan radial motor yang arahnya tetap baik itu *clockwise* (searah jarum jam) ataupun *counterclockwise* (berlawanan arah jarum jam). Adapun mekanisme pergerakan yang dibuat dapat dilihat lebih jelas dalam video yang disajikan pada laman www.bit.ly/MekanismeGerakSkripsiFachry. Sistem mekanik ini diatur untuk menghasilkan perubahan ketinggian maksimum dan minimum dengan selisih 10 cm. Jika tidak didapatkan pergerakan linear (naik-turun) dengan selisih kenaikan yang diinginkan maka poros putar dari motor penggerak seperti ditunjukkan oleh kotak merah pada **Gambar 4.2** akan dipindah-pindahkan. Proses terus dilakukan (*try and error*) hingga didapatkan poros putar yang dapat mengakomodasi selisih kenaikan yang dibutuhkan.



Gambar 4.2 Poros Putar Motor Penggerak (Kotak Merah)

b. Skenario Pengujian Beban serta Ketahanan Rangka terhadap Kinerja Motor

Kinerja motor dalam menggerakkan sistem mekanik sangat bergantung pada besarnya resultan gaya yang dikerjakan oleh rangka kepada motor. Semakin besar gaya dari rangka maka semakin besar pula gaya yang dibutuhkan motor untuk menggerakkan rangka dan berakibat pada naiknya nilai arus. Oleh karenanya, pada pengerjaan rangka diadakan pengujian kinerja motor pada rangka. Pengujian dilakukan dengan menyuplai motor dengan listrik AC 220V kemudian memperhatikan nilai arus yang dibutuhkan motor untuk menggerakkan rangka secara terus-menerus. Apabila nilai arus yang dibutuhkan motor cukup kecil maka pengujian dapat dikatakan berhasil. Namun bila masih didapatkan nilai arus motor yang cukup besar atau bahkan tidak mampu menaikkan rangka pada selisih kenaikan yang diinginkan, maka akan dilakukan perubahan poros putar motor seperti pada tahap 4.2 bagian a

4.2.2. Skenario Pengujian Sistem Elektrik

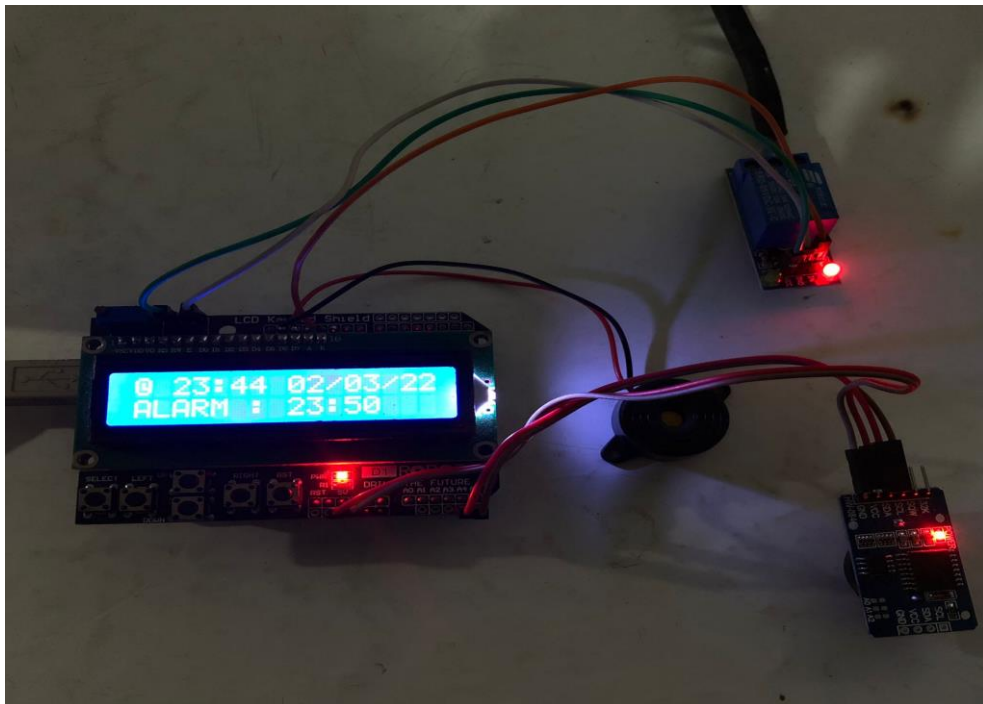
Skenario Pengujian Sistem Elektrik berhubungan dengan aliran daya. Skenario pengujian dilakukan untuk memastikan tiga hal yaitu suplai daya ke motor penggerak dan sistem kontrol dan proses sistem kontrol dan.

a. Suplai daya ke motor penggerak dan sistem kontrol

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa motor penggerak dan sistem kontrol dapat senantiasa mendapatkan suplai daya. Dari hasil pengujian dan selama proses pengambilan data didapati bahwa suplai daya ke motor penggerak berasal dari suplai daya AC 220V yang fasanya merupakan keluaran dari *relay*, sementara pada sistem kontrol suplai daya berasal dari adaptor 12V yang merubah suplai AC 220V menjadi suplai DC 220V kemudian dijadikan sebagai masukan pada sistem kontrol yang dikelola oleh mikrokontroller Arduino Uno.

b. Skenario Pengujian Sistem Kontrol

Skenario ini dilakukan untuk menguji apakah sistem kontrol dapat bekerja dengan baik. Mulai dari perangkaian antar komponen (Modul DS3231, *Buzzer*, *Relay*, *Push Button*, *LCD*), hingga program yang dijalankan pada Arduino, sehingga dapat menghasilkan pengontrolan pada motor penggerak layaknya alarm dengan keluaran pada motor penggerak AC melalui *relay*. Untuk pengontrolan sistem yang diterapkan pada alat ini menggunakan 5 buah tombol (1) Tombol Setel/*Setting*, (2) dapat dilihat di video pada laman www.bit.ly/MekanismeKontrolSkripsiFachry. Adapun penampakan dari sistem kontrol dari prototipe ini dapat dilihat pada **Gambar 4.3** di bawah:



Gambar 4.3 Sistem Kontrol dari Teknologi Ranjang Alarm

4.3. Hasil Pengujian

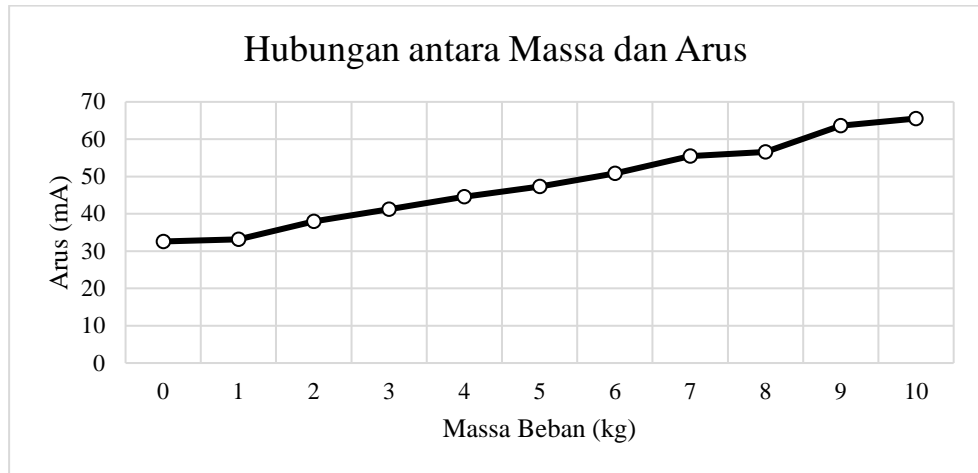
Massa mati pembebanan pada motor adalah sebesar 5 Kg. Pengujian dilakukan dengan variasi beban 0-10 Kg untuk melihat hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian

Massa Beban (kg)	Arus (I)	Tegangan (V)	Putaran (rpm)
0	32,59	227,5	125,4
1	33,14	227,5	122
2	37,93	227,5	119,7
3	41,2	227,5	116,3
4	44,56	227,5	113
5	47,33	227,5	109,1
6	50,81	227,5	106
7	55,46	227,5	102,5
8	56,61	227,5	99
9	63,62	227,5	90,4
10	65,54	227,5	82,9

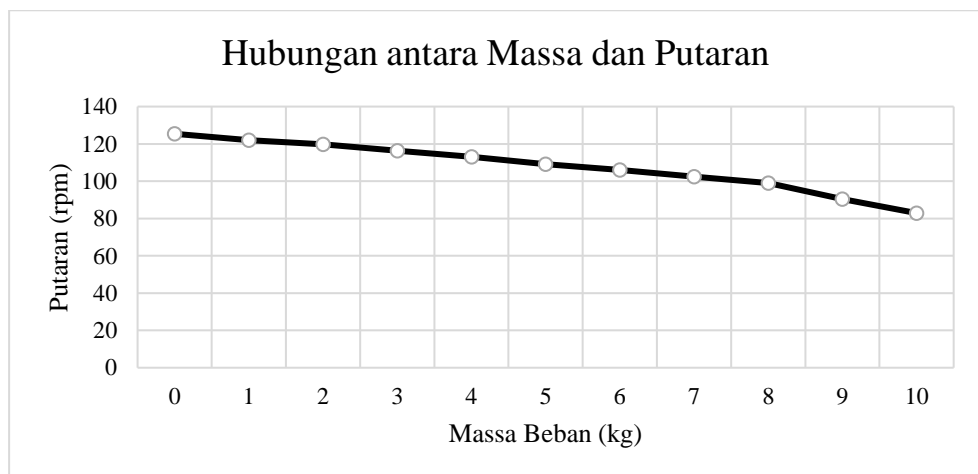
Dari **Tabel 4.1**. dapat dilihat bahwa nilai arus yang dikonsumsi oleh motor penggerak menunjukkan kenaikan yang berbanding lurus dengan penambahan beban pada motor. Sedangkan kecepatan putaran motor berbanding terbalik dengan penambahan beban pada motor.

- a. Grafik hubungan antara massa, arus, dan putaran pada motor.



Gambar 4.4 Grafik Hubungan antara Massa dan Arus

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada **Gambar 4.4** dapat dilihat perubahan beban terhadap arus pada motor serta perubahan beban terhadap kecepatan motor. Perubahan beban berbanding lurus terhadap perubahan arus pada motor. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa semakin besar beban yang diberikan pada rangka maka semakin besar pula arus yang bekerja pada motor. Sebaliknya, semakin kecil beban yang diberikan pada rangka maka semakin kecil pula yang bekerja pada motor.



Gambar 4.5 Grafik Hubungan antara Massa dan Putaran

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada **Gambar 4.5** dapat dilihat perubahan beban yang diberikan pada rangka berbanding terbalik terhadap

putaran motor. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa semakin besar beban yang diberikan pada rangka maka semakin kecil pula putaran motor. Sebaliknya, semakin kecil beban yang diberikan pada rangka maka semakin besar pula putaran motor.

b. Perbandingan antara massa dan konsumsi daya pada motor.

Data konsumsi daya di dapatkan dari Persamaan 2.4., di mana nilai tegangan berasal dari tegangan *input* terukur yaitu 227,5V begitu pun nilai arus berasal dari arus *input* terukur. Nilai $\cos \phi$ berasal dari spesifikasi motor yang digunakan yaitu 0,8.

- Untuk Massa Beban Sebesar 0 kg

$$P_1 = V.I.\cos \phi$$

$$P_1 = 227,5.32,59.0,8$$

$$P_1 = 5,93 \text{ W}$$

- Untuk Massa Beban Sebesar 5 kg

$$P_1 = V.I.\cos \phi$$

$$P_1 = 227,5.47,33.0,8$$

$$P_1 = 8,61 \text{ W}$$

- Untuk Massa Beban Sebesar 10 kg

$$P_1 = V.I.\cos \phi$$

$$P_1 = 227,5.65,54.0,8$$

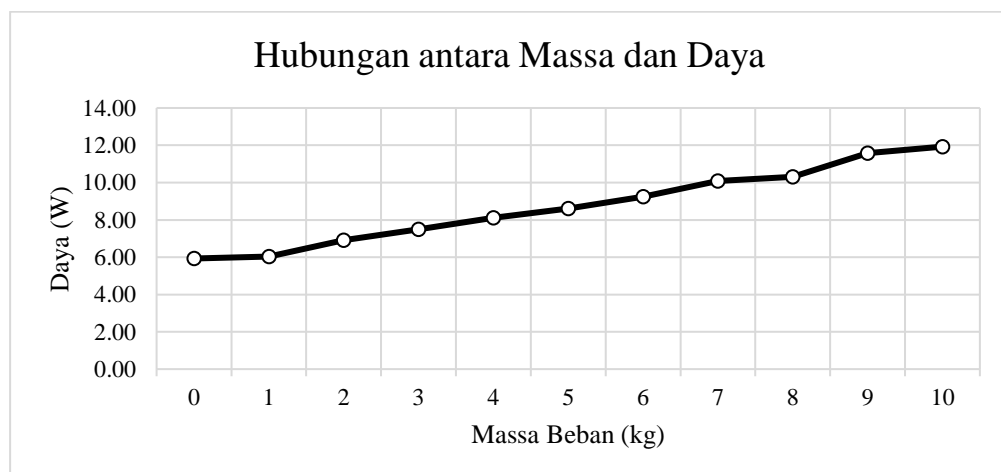
$$P_1 = 11,93 \text{ W}$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan data konsumsi daya pada motor penggerak untuk masing-masing pembebanan seperti pada **Tabel 4.2**

Tabel 4.2 Data Konsumsi Daya pada Motor Penggerak

Massa Beban (kg)	Daya (W)
0	5,93
1	6,03
2	6,90
3	7,50
4	8,11
5	8,61
6	9,25
7	10,09
8	10,30
9	11,58
10	11,93

Berdasarkan data pada **Tabel 4.2** disajikan grafik untuk melihat perubahan konsumsi daya pada motor penggerak terhadap perubahan massa beban seperti pada **Gambar 4.6**



Gambar 4.6 Grafik Hubungan antara Massa dan Daya pada Motor

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada **Gambar 4.5** dapat dilihat perubahan beban terhadap konsumsi daya pada motor. Perubahan beban berbanding lurus terhadap konsumsi daya pada motor. Pada grafik tersebut

dapat dilihat bahwa semakin besar beban yang diberikan pada rangka maka semakin besar pula konsumsi daya motor. Sebaliknya, semakin kecil beban yang diberikan pada rangka maka semakin kecil pula konsumsi daya motor.

c. Perbandingan antara massa dan torsi motor

Data torsi di atas di dapatkan dari Persamaan 2.20. di mana nilai daya (satuan Watt dikonversikan ke satuan hp) dan kecepatan berasal dari data yang terukur.

- Untuk Massa Beban Sebesar 0 kg

$$5,93 \text{ W} = 0,007954 \text{ hp}$$

$$T = \frac{5252 \cdot P \text{ (hp)}}{n}$$

$$T = \frac{5252 \cdot (0,013777)}{(125,4)}$$

$$T = 0,33 \text{ Nm}$$

- Untuk Massa Beban Sebesar 5 kg

$$8,61 \text{ W} = 0,011552 \text{ hp}$$

$$T = \frac{5252 \cdot P \text{ (hp)}}{n}$$

$$T = \frac{5252 \cdot (0,020008)}{(109,1)}$$

$$T = 0,56 \text{ Nm}$$

- Untuk Massa Beban Sebesar 10 kg

$$11,93 \text{ W} = 0,015996 \text{ hp}$$

$$T = \frac{5252 \cdot P \text{ (hp)}}{n}$$

$$T = \frac{5252 \cdot (0,027706)}{(82,9)}$$

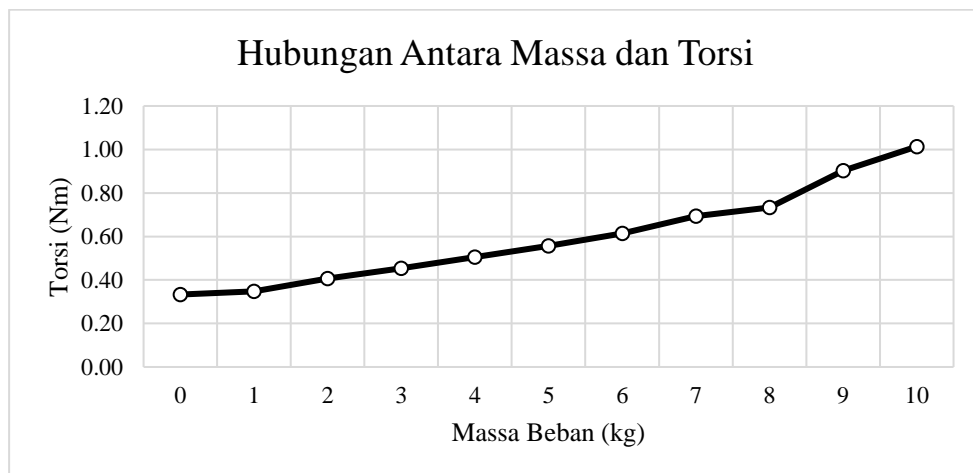
$$T = 1,01 \text{ Nm}$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan data torsi pada motor penggerak untuk masing-masing pembebanan seperti pada **Tabel 4.3**.

Tabel 4.3 Data Torsi pada Motor Penggerak

Massa Beban (kg)	Torsi (Nm)
0	0,33
1	0,35
2	0,41
3	0,45
4	0,51
5	0,56
6	0,61
7	0,69
8	0,73
9	0,90
10	1,01

Berdasarkan data pada **Tabel 4.3** disajikan grafik untuk melihat perubahan torsi pada motor penggerak terhadap perubahan massa beban seperti pada **Gambar 4.7**.



Gambar 4.7 Grafik Hubungan antara Massa dan Torsi Motor

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada **Gambar 4.7**, dapat dilihat perubahan beban terhadap konsumsi torsi motor. Perubahan beban berbanding lurus terhadap torsi motor. Pada grafik tersebut dapat dilihat

bahwa semakin besar beban yang diberikan pada rangka maka semakin besar pula torsi motor. Sebaliknya, semakin kecil beban yang diberikan pada rangka maka semakin kecil pula torsi motor.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari keseluruhan penelitian yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Teknologi alarm 'gempa' ini dirancang untuk dapat melakukan pergerakan naik-turun pada ranjang tidur menggunakan penggerak Motor AC jenis sinkron dengan pengontrolan berbasis Arduino Uno dan pewaktu DS3231. Teknologi alarm 'gempa' yang memiliki dimensi 200 cm X 89 cm X 60 cm dan berat 20 kg ini mampu mengangkat beban hingga 10 kg
2. Pengujian teknologi alarm 'gempa' ini dilakukan dengan mengubah-ubah nilai massa beban pada motor mulai dari 0 kg hingga 10 kg. Pada saat pengujian tegangan kerja terukur sebesar 227,5V AC. Pengukuran arus dilakukan menggunakan *multimeter* sehingga didapatkan nilai arus terukur sebesar 32,59 mA hingga 65,54 mA. Sedangkan, pengukuran putaran pada motor dilakukan menggunakan *tachometer* sehingga didapatkan nilai putaran terukur sebesar 82,9 rpm hingga 125,4 rpm. Adapun nilai konsumsi daya pada motor yang dihitung adalah sebesar 5,93 W hingga 11,93 W. Sementara, nilai torsi yang dihitung adalah sebesar 0,33 Nm hingga 1,01 Nm.

5.2. Saran

Dari kekurangan-kekurangan yang masih didapati dari penelitian, peneliti kemudian merumuskan beberapa saran sebagai berikut:

1. Dari adanya keterbatasan kemampuan torsi motor yang digunakan mengakibatkan terbatasnya beban yang dapat menggunakan alat ini yakni sebesar 10 Kg, sehingga kedepannya perlu peningkatan spesifikasi torsi motor untuk beban yang lebih besar.
2. Dalam penelitian, konsumsi daya sistem *tracking* memiliki nilai rata-rata konsumsi daya sebesar 14 W. Peneliti menyarankan agar penelitian ke depan dapat menemukan konfigurasi sistem yang mampu menjalankan motor dengan torsi yang jauh lebih besar tetapi konsumsi daya yang lebih efisien.

3. Pada penelitian, analisis hanya terbatas pada aspek teknis saja. Peneliti menyarankan pada penelitian berikutnya dapat dilakukan analisis ekonomis lebih dalam agar pembuatan alat ini dapat lebih disempurnakan lagi agar dapat dikomersialisasikan

DAFTAR PUSTAKA

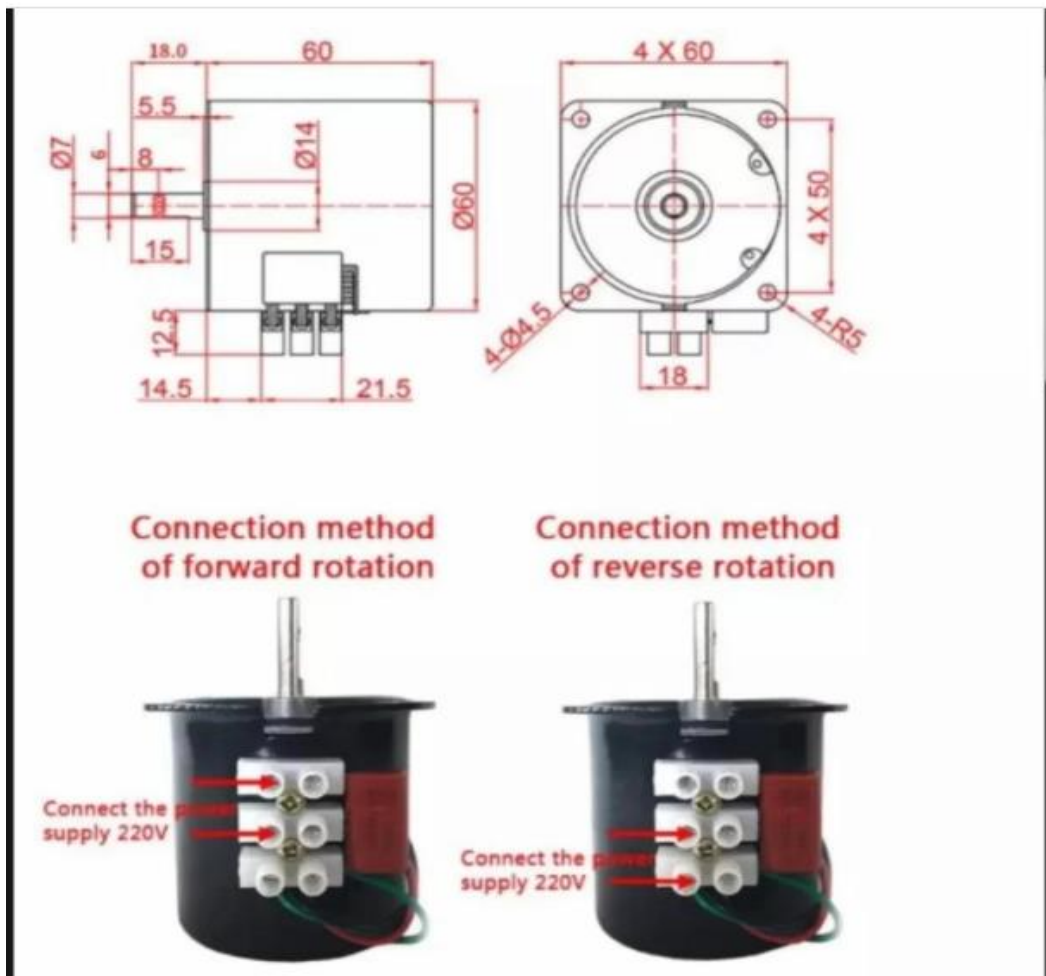
- Arifin AR, B.E. 2010. Fisiologi Tidur dan Pernafasan. *Jurnal Respiologi*: 1–12.
- Barone, T.L. 2017. “Sleep is on the back burner”: Working students and sleep. *Social Science Journal*, 54(2).
- Chen, W.L. dan Chen, J.H. 2019. Consequences of inadequate sleep during the college years: Sleep deprivation, grade point average, and college graduation. *Preventive Medicine*, 124.
- Cui, L., Xue, R., Zhang, X., Chen, S., Wan, Y. dan Wu, W. 2019. Sleep deprivation inhibits proliferation of adult hippocampal neural progenitor cells by a mechanism involving IL-17 and p38 MAPK. *Brain Research*, 1714.
- Dhopir, Muh Ilham Ali and Prasetyo, M.D. 2016. Rancang bangun alat otomatisasi pembuatan beton berbasis PLC. *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Diarsyah Amarullah, Mochammad Djaohar dan Massus Subekti. 2020. PENGATURAN KECEPATAN MOTOR DC SERI BERBASIS ARDUINO UNO. *Journal of Electrical Vocational Education and Technology*, 4(2).
- Egi, E., Prastiwi, S. dan Putri, R.M. 2017. Hubungan Gangguan Tidur dengan Tingkat Kesegaran Jasmani Remaja Putri di SMK Kertha Wisata Kelurahan Tlogomas Kecamatan Lowokwaru Malang. *Nursing News*, 2(1).
- Foss, R.D., Smith, R.L. dan O’Brien, N.P. 2019. School start times and teenage driver motor vehicle crashes. *Accident Analysis and Prevention*, 126.
- Frenda, S.J. dan Fenn, K.M. 2016. Sleep Less, Think Worse: The Effect of Sleep Deprivation on Working Memory. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 5(4).
- Gangwisch, J.E., Heymsfield, S.B., Boden-Albala, B., Buijs, R.M., Kreier, F., Pickering, T.G., Rundle, A.G., Zammit, G.K. dan Malaspina, D. 2006. Short sleep duration as a risk factor for hypertension: Analyses of the first National Health and Nutrition Examination Survey. *Hypertension*, 47(5).
- Hughes, A. dan Drury, B. 2013. *Electric Motors and Drives*.

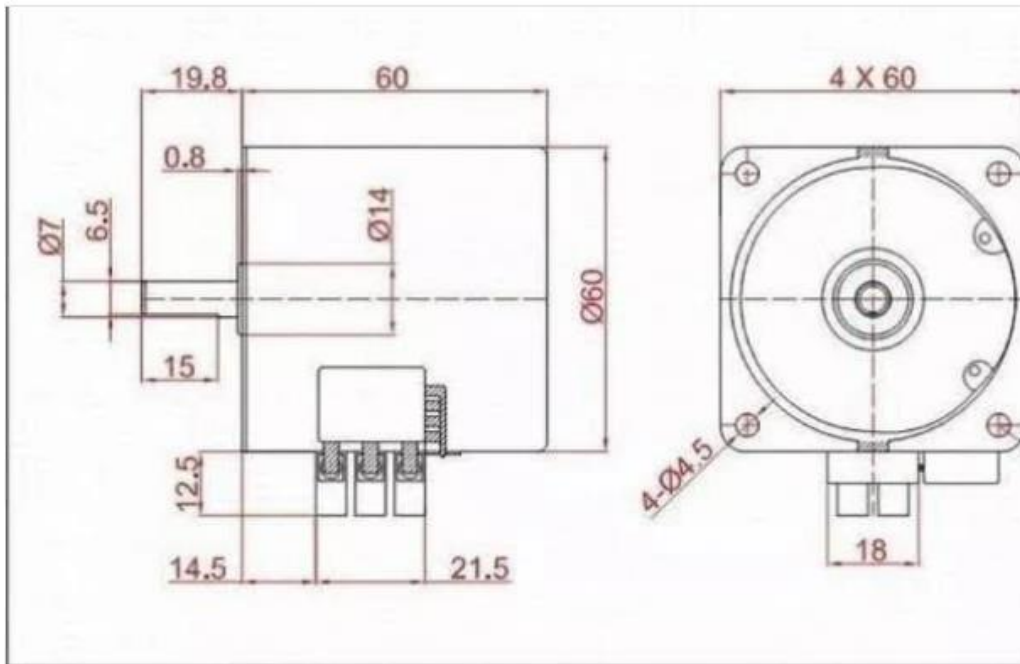
- Iven Kartadinata, S.T. 2008. I Love You Tomorrow: Prokrastinasi Akademik dan Manajemen Waktu. *Indonesian Psychological Journal*, 23(2).
- Jung, J.H., Kim, M., Lee, S.J., Lee, E., Lee, S.A., Lee, J.D., Choi, J.H. dan Kim, B.G. 2018. Effect of sleep deprivation on hearing levels in rats. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 112.
- Kadir, A. 2013. Pengertian Arduino. *Arduino*, (1).
- Lund, H.G., Reider, B.D., Whiting, A.B. dan Prichard, J.R. 2010. Sleep Patterns and Predictors of Disturbed Sleep in a Large Population of College Students. *Journal of Adolescent Health*, 46(2).
- Mah, C.D., Kezirian, E.J., Marcello, B.M. dan Dement, W.C. 2018. Poor sleep quality and insufficient sleep of a collegiate student-athlete population. *Sleep Health*, 4(3).
- Nault, W.H. 2006. No Title. In *The World Book Encyclopedia*, B - Volume 2. Chicago: World Book: 198.
- Oxford University Press. 2020. *Oxford Advanced Learner's Dictionary (Seventh Edition)*. Oxford University Press.
- Potter, P.A. dan Perry, A.G. 2005. *Buku ajar fundamental keperawatan: konsep, proses, dan praktik*. Jakarta: EGC.
- Setiawan, D., Yos Sudarso Km, J., Kunci, K. dan Uno, A. 2017. Sistem Kontrol Motor Dc Menggunakan Pwm Arduino Berbasis Android System. *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, 15(1).
- Shakkottai, A., O'Brien, L.M., Nasr, S.Z. dan Chervin, R.D. 2018. Sleep disturbances and their impact in pediatric cystic fibrosis. *Sleep Medicine Reviews*, 42.
- Simanjuntak, V.V. 2018. Analisis Dc Motor Pada Aplikasi Parkir Vertikal Otomatis Menggunakan Rfid. : 12–13. <http://eprints.polsri.ac.id/id/eprint/4649>.
- Sulianti, A., Studi Psikologi Fakultas Psikologi UIN Sunan Gunung Djati, P., Suseno, A., Verina, A., Naufal Fadlurrahman Riyadhi, M. dan Psikologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung, F. 2020. Prokrastinasi dan Pola Tidur Mahasiswa. *Penelitian Psikologi*, Vol. 11 No: 67–75. <http://doi.org/10.29080/jpp.v11i2.454>.

- Tempesta, D., Socci, V., Coppo, M., Dello Ioio, G., Nepa, V., De Gennaro, L. dan Ferrara, M. 2016. The effect of sleep deprivation on the encoding of contextual and non-contextual aspects of emotional memory. *Neurobiology of Learning and Memory*, 131.
- Verkooijen, S., de Vos, N., Bakker-Camu, B.J.W., Branje, S.J.T., Kahn, R.S., Ophoff, R.A., Plevier, C.M. dan Boks, M.P.M. 2018. Sleep Disturbances, Psychosocial Difficulties, and Health Risk Behavior in 16,781 Dutch Adolescents. *Academic Pediatrics*, 18(6).
- Yuan, R., Wang, J. dan Guo, L. li. 2016. The Effect of Sleep Deprivation on Coronary Heart Disease. *Chinese Medical Sciences Journal*, 31(4).
- Zuhal. 1991. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta: Gramedia.

LAMPIRAN

Datasheet Motor yang Digunakan





Technical Parameters of Synchronous Motor

Voltage 电压 (V)	Input Power 输入功率 (W)	Input Current 输入电流 (mA)	Starting Voltage 启动电压 (V)	Temperature Rise 温升 (K)	Noise Level 噪音 (dB)	Rotation Direction 旋转方向	外
100-120	≤14	≤110	(100-120) ± 15%	≤60	≤45	CW/CCW	
220-240	≤14	≤55	(220-240) ± 15%	≤60	≤45	CW/CCW	

Torque and Speed of Synchronous Motor

Rated speed 转速 (rpm)	2.5/3	3.8/4.5	5/6	7.5/9	10/12	12/15	15/18	20/24	25/30	30/36	40/48	50/60	60/72
Normal torque 普通力矩 (kgf.cm)	45/38	32/27	26/21.5	20/17	15/12	13.5/11	10/8.3	7.5/6	6.5/5.3	5/4.2	4/3.3	3/2.5	2.5/2
Higher torque 较大力矩 (kgf.cm)	60/50	50/40	40/34	25/21	20/17	18/15	14/11.5	10/8.3	8.5/7.2	7.5/6	6/5	4/3.3	3.5/3

Program Arduino

```
#include <LiquidCrystal.h>
```

```
#include <DS3231.h>
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#define RS 8
```

```
#define EN 9
```

```
#define D4 4
```

```
#define D5 5
```

```
#define D6 6
```

```
#define D7 7
```

```
#define MENU (0)
```

```
#define UP (1)
```

```
#define DOWN (2)
```

```
#define OK (3)
```

```
#define BACK (4)
```

```
#define STATIC (5)
```

```
#define INTERVAL (1000)
```

```
#define BTN_INTERVAL (250)
```

```
DS3231 clk;
```

```
LiquidCrystal lcd(RS, EN, D4, D5, D6, D7);
```

```
const int BTN_UP = 129;
```

```
const int BTN_DOWN = 305;
```

```
const int BTN_BACK = 478;
```

```
const int BTN_OK = 0;
```

```
const int BTN_MENU = 720;
```

```
bool century = false;
bool h12Flag;
bool pmFlag;

int hour = 0;
int minute = 0;

bool btn_pressed = false;
bool mode = false;
bool alarm = false;
bool alarm_mode = false;

byte selected_button;
byte last_selected_button = STATIC;

unsigned long counting;
unsigned long last_counting;
unsigned long btn_pressed_time;
unsigned long alarm_time;

byte clock_icon[] = {
    B01110,
    B10001,
    B10101,
    B10101,
    B10111,
    B10001,
    B01110,
    B00000
};
```

```

void set_selected_button(int val) {
    if (val >= BTN_UP - 5 && val <= BTN_UP + 5)
        selected_button = UP;
    else if (val >= BTN_DOWN - 5 && val <= BTN_DOWN + 5)
        selected_button = DOWN;
    else if (val >= BTN_MENU - 5 && val <= BTN_MENU + 5)
        selected_button = MENU;
    else if (val >= BTN_OK - 5 && val <= BTN_OK + 5)
        selected_button = OK;
    else if (val >= BTN_BACK - 5 && val <= BTN_BACK + 5)
        selected_button = BACK;
    else
        selected_button = STATIC;
}

void set_mode(bool mode) {
    if (mode == false) {
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("Set Hour  : ");
        if (String(hour).length() < 2) {
            lcd.print(0);
            lcd.print(hour);
        } else {
            lcd.print(hour);
        }
    } else {
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("Set Minute : ");
        if (String(minute).length() < 2) {
            lcd.print(0);
            lcd.print(minute);
        } else {

```

```

        lcd.print(minute);
    }
}
}

void print_time() {
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.write(byte(0));
    lcd.print(" ");
    lcd.print(String(clk.getHour(h12Flag, pmFlag)).length() < 2 ? "0" +
String(clk.getHour(h12Flag, pmFlag)) : String(clk.getHour(h12Flag, pmFlag)));
    lcd.print(":");
    lcd.print(String(clk.getMinute()).length() < 2 ? "0" + String(clk.getMinute()) :
String(clk.getMinute()));
    lcd.print(" ");
    lcd.print(String(clk.getDate()).length() < 2 ? "0" + String(clk.getDate()) :
String(clk.getDate()));
    lcd.print("/");
    lcd.print(String(clk.getMonth(century)).length() < 2 ? "0" +
String(clk.getMonth(century)) : String(clk.getMonth(century)));
    lcd.print("/");
    lcd.print(String(clk.getYear()).length() < 2 ? "0" + String(clk.getYear()) :
String(clk.getYear()));
}

void print_alarm(bool state) {
    if (!state) {
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("ALARM : (No Set)");
    } else {
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("ALARM : ");
    }
}

```

```

if (String(hour).length() < 2) {
    lcd.print(0);
    lcd.print(hour);
} else {
    lcd.print(hour);
}
lcd.print(":");
if (String(minute).length() < 2) {
    lcd.print(0);
    lcd.print(minute);
} else {
    lcd.print(minute);
}
}
}

```

```

void inc_time(bool mode) {
    if (mode == true) {
        lcd.setCursor(13, 0);
        if (hour > 22) hour = -1;
        ++hour;
        if (String(hour).length() < 2) {
            lcd.print(0);
            lcd.print(hour);
            lcd.print(" ");
        } else {
            lcd.print(hour);
            lcd.print(" ");
        }
    } else {
        lcd.setCursor(13, 0);
    }
}

```

```

if (minute > 58) minute = -1;
++minute;
if (String(minute).length() < 2) {
    lcd.print(0);
    lcd.print(minute);
    lcd.print(" ");
} else {
    lcd.print(minute);
    lcd.print(" ");
}
}
}

```

```

void dec_time(bool mode) {
    if (mode == true) {
        lcd.setCursor(13, 0);
        if (hour < 1) hour = 24;
        --hour;
        if (String(hour).length() < 2) {
            lcd.print(0);
            lcd.print(hour);
            lcd.print(" ");
        } else {
            lcd.print(hour);
            lcd.print(" ");
        }
    }
}

```

```

} else {
    lcd.setCursor(13, 0);
    if (minute < 1) minute = 60;
    --minute;
}
}

```

```

if (String(minute).length() < 2) {
  lcd.print(0);
  lcd.print(minute);
  lcd.print(" ");
} else {
  lcd.print(minute);
  lcd.print(" ");
}
}
}

```

```

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Wire.begin();
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.createChar(0, clock_icon);
  selected_button = STATIC;
  last_counting = 0;
  pinMode(13, OUTPUT);
  pinMode(12, OUTPUT);
  digitalWrite(13, LOW);
  digitalWrite(12, HIGH);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Ranjang Tidur");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Alarm #byFahri");
  delay(1500);
  print_time();
  print_alarm(alarm);
}

```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
  set_selected_button(analogRead(A0));
```

```
  counting = millis();
```

```
  if (btn_pressed == false) {
```

```
    if (counting - last_counting >= INTERVAL) {
```

```
      last_counting = counting;
```

```
      print_time();
```

```
      print_alarm(alarm);
```

```
    }
```

```
  }
```

```
  if (alarm == true) {
```

```
    if (hour == clk.getHour(h12Flag, pmFlag) && minute == clk.getMinute()) {
```

```
      alarm_time = 0;
```

```
      lcd.clear();
```

```
      while (1) {
```

```
        set_selected_button(analogRead(A0));
```

```
        if (selected_button == OK) {
```

```
          digitalWrite(12, HIGH);
```

```
          digitalWrite(13, LOW);
```

```
          lcd.clear();
```

```
          print_time();
```

```
          print_alarm(alarm);
```

```
          alarm = false;
```

```
          break;
```

```
        }
```

```
        if ((unsigned long) (millis() - alarm_time) >= 500) {
```

```
          alarm_time = millis();
```

```

    alarm_mode = !alarm_mode;
    digitalWrite(13, alarm_mode);
}
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("WAKE UP!!!!");
digitalWrite(12, LOW);
}
}
}

```

```

if ((selected_button == MENU) && (last_selected_button != MENU) &&
btn_pressed == false) {
    lcd.clear();
    set_mode(false);
    mode = false;
    btn_pressed = true;
}
if (btn_pressed == true) {
    while (btn_pressed) {
        set_selected_button(analogRead(A0));
        if ((selected_button != STATIC) && (selected_button != last_selected_button)
&& ((unsigned long) (millis() - btn_pressed_time) >= BTN_INTERVAL)) {
            btn_pressed_time = millis();
            if (mode == false) {
                switch (selected_button) {
                    case OK:
                        set_mode(true);
                        mode = true;
                        break;
                    case UP:
                        inc_time(1);

```

```

        break;
    case DOWN:
        dec_time(1);
        break;
    case BACK:
        alarm = false;
        btn_pressed = false;
        break;
    }
} else {
    switch (selected_button) {
        case OK:
            lcd.clear();
            Serial.println("Keluar...");
            alarm = true;
            btn_pressed = false;
            break;
        case UP:
            inc_time(0);
            break;
        case DOWN:
            dec_time(0);
            break;
        case BACK:
            set_mode(false);
            mode = false;
            break;
    }
}
}

```

```
    last_selected_button = selected_button;  
  }  
}
```

```
last_selected_button = selected_button;  
}
```

Dokumentasi Perakitan

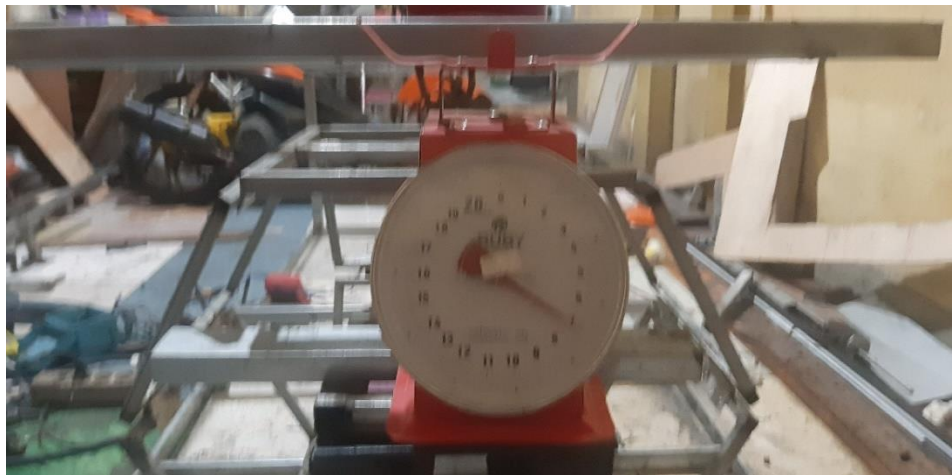


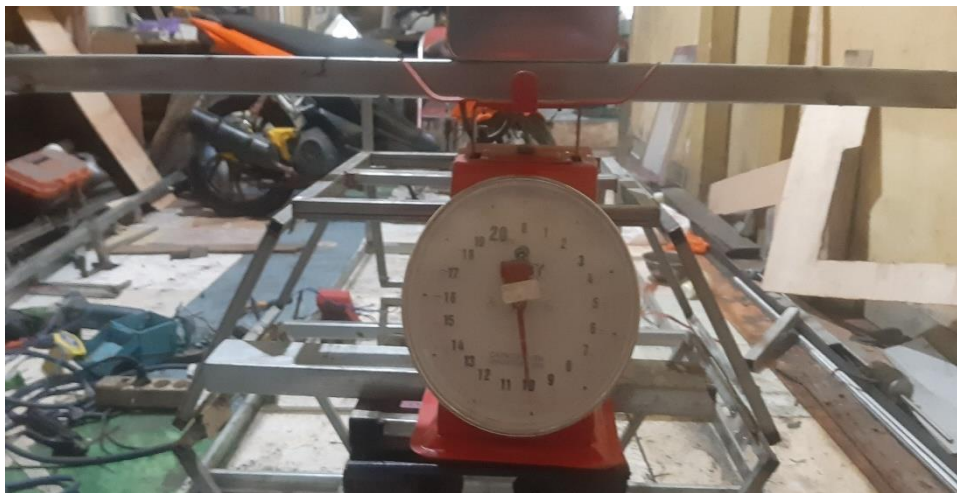
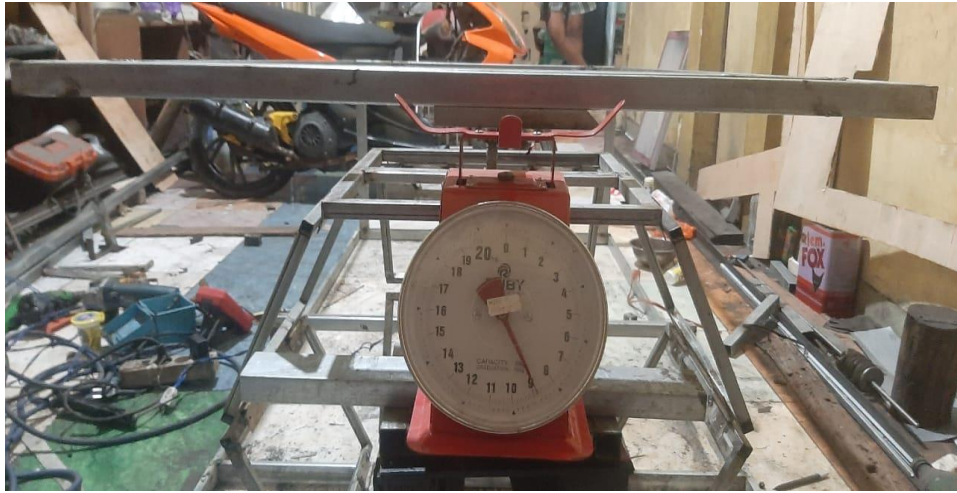
Dokumentasi Pengujian

1. Pengukuran Arus RMS Motor



2. Pengukuran Massa Beban pada Motor menggunakan Timbangan





3. Pengukuran Kecepatan Menggunakan *Tachometer*

