PERANCANGAN MODEL *SOFA BED* ELEKTRIK DENGAN GERAK VERTIKAL MENGGUNAKAN MOTOR *STEPPER* BERBASIS *ARDUINO*

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin



Disusun Oleh :

Nama	**: Dheka Daniswara**
No. Mahasiswa	**: 15525067**
NIRM	**: 2015011750**

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2021

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya yang saya buat ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali tulisan-tulisan yang saya kutip dari orang lain dan telah saya sebutkan sumbernya. Apabila di kemudian hari pernyataan saya ini tidak benar dan melanggar hak intelektual saya bersedia menerima sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 22 Maret 2021



eka Daniswara
15525067

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PERANCANGAN MODEL *SOFA BED* ELEKTRIK DENGAN GERAK VERTIKAL MENGGUNAKAN MOTOR *STEPPER* BERBASIS *ARDUINO*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Dheka Daniswara

No. Mahasiswa : 15525067

NIRM : 2015011750

Yogyakarta, 22 Maret 2021

Dosen Pembimbing,



Dr.Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PERANCANGAN MODEL *SOFA BED* ELEKTRIK DENGAN GERAK VERTIKAL MENGGUNAKAN MOTOR *STEPPER* BERBASIS *ARDUINO*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Dheka Daniswara

No. Mahasiswa : 15525067

NIRM : 2015011750

Tim Penguji

Dr.Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.	
Ketua	Tanggal : 25 Maret 2021
Rahmat Riza, S.T., M.Sc.ME.	
Anggota I	Tanggal : 25 Maret 2021
Finny Pratama Putera, S.T., M.Eng.	
Anggota II	Tanggal : 25 Maret 2021

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr.Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN



Karya ini ku persembahkan untuk

Almarhum Papah dan Mamah yang selalu ku sayang, yang telah menjadikanku pribadi yang sedemikian rupa sehingga aku dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik, yang telah mempersiapkanku untuk menghadapi rintangan dan cobaan yang menghadang, dan menjauhkanku dari kehidupan yang lebih berat.

Kakakku Indra Sanjaya, Gina Magda Riana, Shafira Della Astrina, dan adikku Jessyca Dyah Shaffira yang telah menjadi keluarga yang tidak menekan namun tetap suportif.

Kepada Raden Roro Dynda Regita Ayuningrum dan keluarga yang telah membantu penulis dengan setulus hati sehingga penulis dapat melalui berbagai macam rintangan dan cobaan yang menerpa.

Kepada seluruh keluarga dan rekan-rekanku, aku harap aku jadi manusia yang berguna bagi kalian.

HALAMAN MOTTO

''KALAU ORANG LAIN BISA, KITA HARUS BISA LEBIH''

''SEBAIK-BAIKNYA MANUSIA IALAH YANG BERMANFAAT BAGI ORANG LAIN''

''LEBIH BAIK TERLAMBAT DARIPADA TIDAK SAMA SEKALI''

''COBAAN AKAN TERUS ADA, YANG HARUS KITA LAKUKAN ADALAH MEMPERSIAPKAN DIRI AGAR TIDAK KALAH OLEHNYA''

''KALAU TIDAK BISA MEMBERI MANFAAT KEPADA ORANG LAIN, SETIDAKNYA JANGAN BERI MEREKA MASALAH''

''REZEKI ORANG BEDA-BEDA, YANG PENTING TERUS BERUSAHA''

''YOU CAN DO ANYTHING IF YOU HAVE ENTHUSIASM''

HENRY FORD

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan mengucap Bismillah, segala puji dan syukur bagi Allah SWT dan tak ada yang lain. Atas berkat rahmat dan ridho-Nya lah penulisan laporan ini dapat dikerjakan. Shalawat dan salam saya haturkan kepada Rasulullah SAW selaku pembawa rahmat bagi umat manusia.

Tugas Akhir saya dengan judul "**Perancangan Model *Sofa Bed* Elektrik Dengan Gerak Vertikal Menggunakan Motor *Stepper* Berbasis *Arduino***" dibuat sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana (S1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan kali ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah SWT selaku pemberi kehidupan dan Nabi Muhammad SAW.
2. Almarhum Papah dan Mamah tercinta, serta kakak dan adik atas perhatian dan kasih sayang, perhatian, dan dukungannya. Semoga Allah SWT membalas semua perlakuan baik, mempermudah segala urusannya, dan mendapat kehormatan baik di dunia maupun akhirat.
3. Bapak Risdiyono, S.T., M.Eng., Dr.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin sekaligus dosen pembimbing tugas akhir.
4. Bapak Agung Nugroho Adi, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Semua Dosen jurusan Teknik Mesin FTI UII yang telah mendidik dan membagikan ilmunya sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan.
6. Saudara-saudara Teknik Mesin angkatan 2015 yang dapat menjadi pedoman dalam berperilaku dalam kehidupan bersosial maupun pembelajaran baik akademik maupun non-akademik.
7. Pak Sukirno, Bu Umi, Bu Indah, dan Mbak Sarah selaku Admin Teknik Mesin FTI UII yang telah membantu dalam mengurus administrasi maupun keperluan penulis.

8. Raden Roro Dynda Regita Ayuningrum yang telah dengan tanpa lelah menyemangati penulis dan memberi dukungan moril terhadap semua cobaan yang penulis alami.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini tentu memiliki banyak kekurangan dan keterbatasan. Penulis mohon maaf dengan sepenuh hati apabila dalam penulisan laporan tugas akhir ini terdapat kekeliruan yang tidak disengaja. Penulis mengharapkan semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan dapat berguna kepada pihak-pihak yang berkepentingan dan yang membutuhkan.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 22 Maret 2021



Dheka Daniswara

NIM 15525067

ABSTRAK

Transformable Furniture adalah suatu furnitur/peralatan yang dapat bertransformasi/berubah bentuk dengan mempertimbangkan masalah yang ada seperti fungsi, luas ruang, kenyamanan penggunaan, keamanan, kemudahan operasi, biaya, hingga estetika dengan tujuan utamanya adalah penggabungan fungsi dari 2 alat atau lebih yang menjadikannya lebih multifungsi dan praktis. *Sofa Bed* merupakan salah satu konsep dari Transformable Furniture. Dengan proses mengubah sofa menjadi tempat tidur, tujuan utama dari pembuatannya adalah menggabungkan fungsi dari kedua barang tersebut menjadi satu kesatuan sehingga memiliki nilai yang lebih tinggi. Saat ini, sudah banyak konsep *sofa bed* yang beredar. Cara kerjanya adalah menggerakkan sofa sedemikian rupa hingga menjadi tempat tidur baik horizontal maupun vertikal. *Sofa Bed* yang dapat bergerak secara vertikal tentu dapat menjadi solusi untuk mengurangi kebutuhan ruangan. Pada saat posisi biasa dapat menjadi sofa biasa, namun pada saat posisi naik dapat berubah menjadi tempat tidur yang nyaman seperti tempat tidur tingkat pada umumnya. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model s*ofa bed* yang dapat bergerak secara vertikal dengan menggunakan tenaga elektrik dengan menggunakan penggerak motor *stepper* berbasis *arduino*. Desain dibuat menggunakan *software Solidworks* 2018. Model yang dibuat menggunakan skala 1:4. Dari pengujian didapatkan bahwa model dapat bertransformasi dari *Sofa* menjadi *Bed* dan sebaliknya. Meskipun demikian, jika akan dibuat produk riil dengan skala 1:1 perlu dilakukan modifikasi untuk mengatasi kendala yang mungkin terjadi seperti suara yang timbul, beban yang diterima oleh motor, serta kesulitan dalam menampilkan aspek visual. Hasil pengujian *Stress Analysis* menunjukkan pemilihan bahan serta desain dari *sofa bed* mampu menahan beban berat manusia.

Kata Kunci : Transformable Furniture, Kasur Tingkat, *Sofa Bed*, Elektrik, Solidworks, Motor Stepper, Arduino, Stress Analysis

ABSTRACT

Transformable Furniture is a piece of furniture/equipment that can transform/change shape by considering existing problems such as function, space, comfort of use, security, ease of operation, costs, to aesthetics with the main objective of combining the functions of 2 or more tools that make it more multifunctional and practical. *Sofa Bed* is one of the concepts of Transformable Furniture. With the process of turning a sofa into a bunk bed, the main purpose of its manufacture is to combine the functions of the two items into one unit so that it has a higher value. Currently, there are many *sofa bed* concepts in circulation. The way it works is to move the sofa in such a way that it becomes a bed both horizontally and vertically. *Sofa Bed* that can move vertically can certainly be a solution to reduce space requirements. In the normal position it can become an ordinary sofa, but when the position is up it can turn into a comfortable bed like a bunk bed in general. This study aims to create a *sofa bed* model that can move vertically using electric power using an Arduino-based stepper motor drive. The design was made using Solidworks 2018 software. The model was made using a scale of 1:4. From the test, it was found that the model can be transformed from Sofa to Bed and vice versa. However, if a real product with a scale of 1: 1 is to be made, modifications need to be made to overcome the obstacles that may occur, such as the sound that occurs, the load received by the motor, and the difficulty in displaying the visual aspects. The results of the Stress Analysis test show that the material selection and design of the *Sofa Bed* can withstand heavy human loads.

Keywords : Transformable Furniture, Bunk Bed, *Sofa Bed*, Electric, Solidworks, Stepper Motor, Arduino, Stress Analysis

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji iv
Halaman Persembahan v
Halaman Motto vi
Kata Pengantar vii
Abstrak ix
Abstract x
Daftar Isi xi
Daftar Gambar xiv
Bab 1 Pendahuluan 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Perancangan 2
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan 3
1.6 Sistematika Penulisan 3
Bab 2 Tinjauan Pustaka 4
2.1 Kajian Pustaka 4
2.1.1 *The Dormire – Bunk Bed Couch Transformer* 5
2.1.2 Divano Letto Castello Due – Sofa Bunk Bed 6
2.1.3 Doc Sofa Bunk Bed - Electric 7
2.2 Dasar Teori 8
2.2.1 Perancangan 8
2.2.2 Pemodelan 8
2.2.3 Transformable Furniture 9
2.2.4 Motor *Stepper* 9
2.2.5 Arduino 10
Bab 3 Metode Penelitian 12
3.1 Alur Penelitian 12

3.2 Identifikasi Masalah 13
3.3 Alternatif Penyelesaian Masalah dan Evaluasinya 13
3.4 Pembuatan Desain 13
3.5 *Stress Analysis* 14
3.6 Fabrikasi Rangka 14
3.7 Perancangan Komponen Elektrik dan Pembuatan Program 15
3.8 Pemasangan Kover dan Komponen Elektrik 17
3.9 Pengujian 18
3.10 Pembahasan 18
3.11 Alat dan Bahan 18
Bab 4 Hasil dan Pembahasan 20
4.1 Identifikasi Masalah 20
4.2 Alternatif Penyelesaian Masalah 20
4.2.1 Alternatif Penyelesaian Masalah 1 20
4.2.2 Alternatif Penyelesaian Masalah 2 21
4.2.3 Alternatif Penyelesaian Masalah 3 22
4.2.4 Evaluasi Alternatif Penyelesaian Masalah 22
4.3 Pembuatan Desain 24
4.3.1 Tinggi Dudukan Sofa 25
4.3.2 Tempat Kasur 25
4.3.3 Tempat Sistem Motor 27
4.3.4 Tangga 27
4.3.5 Pagar Pengaman 28
4.3.6 Jarak Antar Kasur 28
4.3.7 Lapis Kover 29
4.3.8 *Render* Desain 30
4.4 *Stress Analysis* 32
4.5 Fabrikasi Rangka 34
4.5.1 Penentuan Bahan, Pemotongan, dan Penyambungan 34
4.6 Perancangan Komponen Elektrik 36
4.6.1 Spesifikasi Motor 36
4.6.2 Sistem Kelistrikan 38

4.6.3 Pemilihan Dasar Rangkaian 40
4.6.4 Pemilihan Alat Kendali 40
4.6.5 Penyesuaian Tegangan Motor *Driver* 41
4.6.6 Skema Komponen Elektrik 42
4.7 Pembuatan Program 43
4.8 Pemasangan Kover dan Komponen Elektrik 45
4.9 Hasil Pengujian 48
4.9.1 Analisis Fitur Transformasi 48
4.10 Pembahasan 50
Bab 5 Penutup 53
5.1 Kesimpulan 53
5.2 Saran untuk Penelitian Selanjutnya 53
Daftar Pustaka 54
Lampiran 55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *Sofa Bed* Horizontal 4
Gambar 2.2 *Sofa Bed* Vertikal 5
Gambar 2.3 *The Dormire* 6
Gambar 2.4 *Divano Letto Castello Due* 7
Gambar 2.5 *Electric Doc* 7
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 12
Gambar 3.2 Logo *Solidworks* 2018 13
Gambar 3.3 Logo *Keyshot* 14
Gambar 3.4 *Arduino Uno R3* 15
Gambar 3.5 Kabel *Arduino* 15
Gambar 3.6 Kabel *Jumper* 15
Gambar 3.7 *CNC Shield V3* 16
Gambar 3.8 *Motor Driver A4988 + Heatsink* 16
Gambar 3.9 *Joystick* 16
Gambar 3.10 *PSU* 12V 30A 16
Gambar 3.11 Multimeter 17
Gambar 3.12 *Software Arduino* 17
Gambar 4.1 Motor *Linear Actuator* 21
Gambar 4.2 Motor *Stepper* dan Batang Ulir 21
Gambar 4.3 Hidrolik Otomatis 22
Gambar 4.4 1 Motor 4 *Linear Rail Guide* 23
Gambar 4.5 2 Motor 4 *Linear Rail Guide* 23
Gambar 4.6 4 Motor *Stepper* 24
Gambar 4.7 Tinggi Dudukan Sofa 25
Gambar 4.8 Panjang Kasur 26
Gambar 4.9 Lebar Kasur 26
Gambar 4.10 Tempat Sistem Motor 27
Gambar 4.11 Tangga 28
Gambar 4.12 Pagar Pengaman 28
Gambar 4.13 Dimensi Kasur Tingkat 29

Gambar 4.14 Jarak Antar Kasur 29
Gambar 4.15 Sofa Kover 30
Gambar 4.16 Tempat Tidur Kover 30
Gambar 4.17 *Render* Sofa 31
Gambar 4.18 *Render* Tempat Tidur Awal 31
Gambar 4.19 *Render* Tempat Tidur Akhir 32
Gambar 4.20 *Stress Analysis* Tangga 33
Gambar 4.21 *Stress Analysis* Seluruh Rangka Atas 33
Gambar 4.22 *Stress Analysis* Satu Rangka Atas 34
Gambar 4.23 Proses Produksi Rangka 1 35
Gambar 4.24 Proses Produksi Rangka 2 35
Gambar 4.25 Rangka Setelah Dicat 36
Gambar 4.26 *Datasheet* Motor *Stepper* 37
Gambar 4.27 Program Motor *Stepper* 38
Gambar 4.28 *Datasheet PSU* 39
Gambar 4.29 Program *Joystick* 40
Gambar 4.30 Parameter Multimeter 41
Gambar 4.31 Cara *Setting Driver* 41
Gambar 4.32 Hasil *Setting Driver* 42
Gambar 4.33 *Arduino*, *Shield*, dan Motor *Driver* 42
Gambar 4.34 Skema Komponen Elektrik 43
Gambar 4.35 *Serial Monitor* Saat Naik 44
Gambar 4.36 *Serial Monitor* Saat Turun 44
Gambar 4.37 Program *Arduino* 45
Gambar 4.38 Rangka Setelah Dipasang Kover 46
Gambar 4.39 *Layout* Komponen Elektrik 46
Gambar 4.40 *PSU, Arduino*, dan *Joystick* 47
Gambar 4.41 Pengkabelan *CNC Shield* 47
Gambar 4.42 *Styrofoam* Pada *Sofa Bed* 47
Gambar 4.43 Posisi Awal *Sofa Bed* 48
Gambar 4.44 *Sofa Bed* Sebelum Pagar Dipasang 49
Gambar 4.45 *Sofa Bed* Setelah Pagar Dipasang 49

Gambar 4.46 *Sofa Bed* Sebelum Tangga Diturunkan 50
Gambar 4.47 Posisi Akhir *Sofa Bed* 50
Gambar 4.48 Solusi Penambahan *Mounted Ball Bearing* 51

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada zaman modern ini, telah banyak furnitur yang kian memanjakan penggunanya sebagaimana kegunaan dari furnitur tersebut baik untuk mengejar fungsi, keindahan, harga yang murah, hingga kemudahan dalam penggunaan. Furnitur tentu merupakan suatu barang yang terus-menerus berevolusi seiring dengan berkembangnya zaman dan kebutuhan manusia yang menginginkan sesuatu yang lebih dari waktu ke waktu.

Seiring dengan berkembangnya zaman, furnitur biasa telah berubah menjadi *Transformable Furniture* yakni penggabungan fungsi dari dua furnitur atau lebih yang berguna untuk mengefisienkan nilai dari barang tersebut. *Transformable Furniture* saat ini sudah cukup banyak digunakan dan perkembangannya sangatlah pesat karena tingkat kegunaannya yang tinggi serta nilai modern yang banyak dicari. Saat ini, sudah banyak *Transformable Furniture* yang dibuat seperti meja kecil yang dapat berubah menjadi meja panjang, lemari yang dapat berubah menjadi tempat tidur dan meja, sofa yang dapat berubah menjadi tempat tidur, dan lain-lain.

Sofa yang dapat berubah menjadi tempat tidur disebut sebagai *sofa bed*. *Sofa bed* dapat bergerak secara horizontal maupun vertikal. *Sofa bed* yang dapat bergerak secara vertikal tentu dapat menjadi solusi untuk mengurangi kebutuhan ruangan. Pada saat posisi biasa dapat menjadi sofa biasa, namun pada saat posisi naik dapat berubah menjadi tempat tidur yang nyaman seperti tempat tidur tingkat pada umumnya.

Untuk menggerakkan suatu benda pada bidang vertikal secara manual, tentu saja dibutuhkan kekuatan yang tidak sedikit. Terlebih apabila benda tersebut dirancang sebagai benda yang kuat bahkan mampu menahan beban seberat manusia. Untuk mengatasi hal tersebut, tentu dibutuhkan bantuan sistem elektrik.

Transformable Sofa Bed vertikal sudah cukup banyak dibuat namun kebanyakan masih menggunakan sistem manual yang dimana untuk proses

transformasinya masih membutuhkan tenaga. Dengan menggunakan bantuan sistem elektrik, tentu *sofa bed* vertikal dapat lebih mudah dioperasikan namun tentu akan ada masalah yang timbul terutama karena belum ada penelitian terdahulu. Sebelum suatu produk yang besar dibuat dengan menggunakan dimensi asli, perlu dilakukan pembuatan model terlebih dahulu untuk mengetahui masalah apa yang mungkin timbul dalam pembuatan *sofa bed* vertikal elektrik ini guna memperkecil kemungkinan produk tersebut tidak berfungsi sebagaimana mestinya saat dibuat dengan skala asli.

Oleh karena itu, penelitian ini sangatlah penting sebagai langkah awal dalam pembuatan *Transformable Furniture Sofa Bed* vertikal elektrik. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan dalam membuat produk riilnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses membuat model yang mampu menunjukkan cara kerja *Transformable Furniture* berupa *sofa bed* elektrik yang dapat bergerak vertikal?
2. Apa saja kendala yang diperkirakan akan muncul pada saat dibuat produk riilnya?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, batasan masalah yang akan digunakan agar terdapat batasan-batasan yang jelas dalam pengerjaan adalah:

1. Pembuatan model hanya bertujuan untuk memperlihatkan bagaimana sistem kerja *sofa bed* dan mengetahui kendala yang terjadi pada *sofa bed* sehingga produk akhir bisa berbeda dengan desain awal guna menghemat biaya.
2. Model yang dibuat menggunakan skala 1:4.

1.4 Tujuan Perancangan

Tujuan perancangan dari rumusan masalah yang ada adalah:

1. Membuat model yang mampu menunjukkan cara kerja *Transformable Furniture* berupa *sofa bed* elektrik yang dapat bergerak vertikal.
2. Mengetahui kendala yang diperkirakan akan muncul pada saat dibuat produk rillnya serta memberikan rekomendasi solusi.

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Perancangan model ini bertujuan untuk memberikan inovasi terhadap *Transformable Furniture* berupa *sofa bed* vertikal dengan menerapkan sistem elektrik. Kendala-kedala yang muncul pada penelitian ini tentu dapat menjadi pembelajaran untuk pembuatan produk riilnya yang diharapkan dapat menjadi pengganti sofa konvensional.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini terdiri dari:

BAB I PENDAHULUAN

Membahas tentang pengenalan dan latar belakang perancangan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Membahas tentang dasar teori yang berhubungan dengan perancangan dan metode yang digunakan dalam laporan tugas akhir ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Membahas tentang alur proses perancangan, dari desain hingga pemilihan bahan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Membahas tentang hasil perancangan model yang dibuat dan menjelaskan bentuk fisik dari sistem pergerakan yang sesuai dengan kondisi aslinya.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran-saran dari proses perancangan, serta keterbatasan-keterbatasan yang ditemukan dan juga asumsi-asumsi yang dibuat selama melakukan perancangan.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Sofa bed merupakan salah satu konsep dari *Transformable Furniture*. Dengan proses mengubah sofa menjadi tempat tidur, tujuan utama dari pembuatannya adalah menggabungkan fungsi dari kedua barang tersebut menjadi satu kesatuan sehingga memiliki nilai yang lebih tinggi. Saat ini, sudah banyak konsep *sofa bed* yang beredar. Cara kerjanya adalah menggerakkan sofa sedemikian rupa hingga menjadi tempat tidur baik horizontal maupun vertikal.

Sofa bed horizontal saat ini sudah banyak yang meggunakan sistem elektrik untuk pengoperasiannya. *Sofa bed* horizontal memang cenderung lebih mudah untuk divariasikan dikarenakan gaya yang dibutuhkan untuk menggerakkannya cenderung lebih sedikit. Contoh *sofa bed* horizontal dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Sofa Bed* Horizontal

Sofa bed vertikal saat ini juga sudah ada yang pengoperasiannya mengunakan sistem elektrik namun dari sisi kekuatannya terbilang kurang kokoh karena penahannya yang tidak banyak serta konsepnya yang rumit membuat pembuatannya sangat susah. Hal ini terbilang wajar karena menggerakkan benda secara vertikal tentu membutuhkan gaya yang lebih besar dan juga pergerakan

untuk kembali menuju posisi awal yang rumit. Contoh *sofa bed* vertikal dapat dilihat pada gambar 2.2.



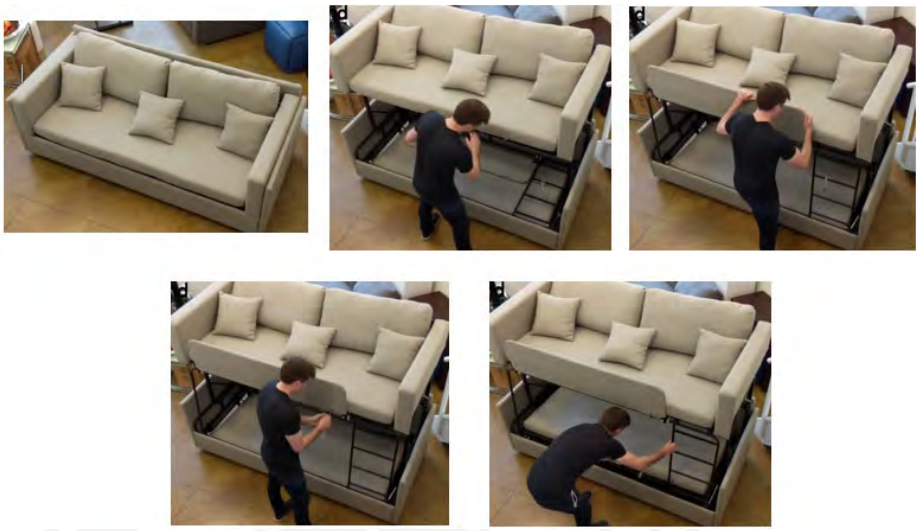
Gambar 2.2 *Sofa Bed* Vertikal

Sofa bed elektrik merupakan penggabungan fungsi *sofa bed* dengan implementasi sistem elektrik yang bertujuan agar proses transformasi tidak lagi membutuhkan tenaga manusia namun cukup dengan menggunakan *controller*. Pengoperasian mesin yang dapat bergerak secara vertikal tentu saja bisa menjadi sangat berat sehingga bantuan mesin elektrik sangat dibutuhkan. Gerak vertikal pada *sofa bed* ini menggunakan inovasi motor *stepper* dan *arduino* sehingga meringankan beban yang harus diangkat operator. *Sofa bed* yang dapat bergerak vertikal tentu saja dapat lebih menghemat ruang dibandingkan yang horizontal karena konsepnya sama dengan kasur tingkat yang bertujuan untuk menghemat ruang. Terdapat beberapa konsep *sofa bed* yang sudah ada sebagai berikut.

2.1.1 *The Dormire – Bunk Bed Couch Transformer*

Konsep yang pertama adalah *The Dormire*. Belum ada penerapan sistem elektrik pada produk ini. Cara kerja yang dipakai pada produk ini adalah kasur bagian atas ditarik kedepan lalu ada pegas pada bagian rangka yang mendorongnya keatas. Setelah kasur atas berada pada posisi puncak, tangga yang berada di antara

kedua kasur didirikan serta pagar pengaman dipasang dan dikunci. Lalu, kasur bagian bawah dinaikkan sehingga keseluruhan rangka menjadi *rigid*. Gambar dari konsep *The Dormire* dapat dilihat pada gambar 2.3.

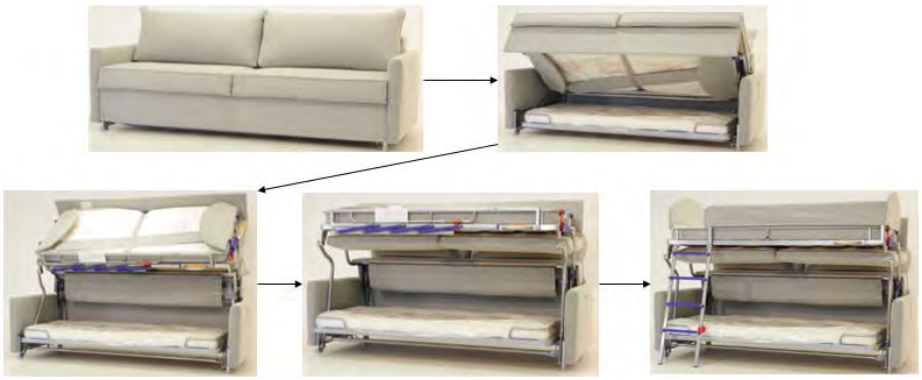


Gambar 2.3 *The Dormire*

Konsep ini sangatlah kuat dan kokoh apabila seluruh rangkanya diperhitungkan dengan teliti. Namun, kelemahan dari konsep ini adalah penggunaan pegas yang apabila diterapkan sistem elektrik, perpindahan posisi dari tempat tidur kembali ke sofa akan lebih rumit.

2.1.2 Divano Letto Castello Due – Sofa Bunk Bed

Belum ada penerapan sistem elektrik pada konsep ini. Cara kerja dari konsep ini adalah rangka bagian atas ditarik dan kasurnya akan secara otomatis berputar hingga berada pada posisi puncak. Setelah itu, ada pengunci pada bagian kanan produk agar rangka lebih kokoh. Setelah itu, tangga ditarik kebawah dan otomatis pagar pengaman ikut terpasang. Gambar dari konsep ini dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 ***Divano Letto Castello Due***

Konsep ini cenderung lebih mudah digunakan, namun sistem berputar yang dipakai membuatnya akan sangat susah apabila diberi sistem elektrik. Terlebih, diperlukan penguncian secara manual yang juga cukup rumit.

2.1.3 Doc Sofa Bunk Bed - Electric

Pada konsep ini, sudah ada sistem elektrik yang dipakai. Cara kerja dari konsep ini adalah kasur bagian atas dinaikkan sedikit agar memberi ruang pada kasur bawah untuk bergerak. Setelah itu, kasur bawah ditarik dan otomatis berputar hingga posisi puncak dengan menggunakan bantuan pegas. Gambar dari konsep ini dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 ***Electric Doc***

Kekurangan yang terdapat pada konsep ini adalah rangkanya yang kurang kokoh. Tangga yang ada pada konsep non-elektriknya sejatinya dijadikan sebagai penyangga tambahan namun pada produk ini tangganya bahkan tidak menyentuh lantai. Kasur bagian bawah pun terlihat tidak kokoh karena tidak adanya penyangga pada bagian depan.

2.2 Dasar Teori

Dasar teori pada penelitian ini dijelaskan pada sub-bab berikut.

2.2.1 Perancangan

Terdapat 2 jenis tugas akhir yang dapat dilakukan di Teknik Mesin UII. Yang pertama adalah penelitian dan yang kedua adalah perancangan. Penelitian terdiri dari penelitian laboratorium serta analisis dan pemecahan masalah di industri. Perancangan berarti yang dilakukan adalah perancangan/pembuatan produk ataupun alat.

Perancangan produk adalah sebuah proses yang berawal pada ditemukannya kebutuhan manusia akan sesuatu produk sampai diselesaikannya gambar dan dokumen hasil rancangan yang dipakai sebagai dasar pembuatan produk. Hasil rancangan yang dibuat menjadi produk akan menghasilkan produk yang dapat memenuhi kebutuhan manusia. (Harsokoesoemo, 2004)

Perancangan adalah sebuah proses untuk mendefinisikan sesuatu yang akan dikerjakan dengan menggunakan teknik yang bervariasi serta didalam nya melibatkan deskripsi mengenai arsitektur serta detail mengenai komponen dan juga keterbatasan yang akan dialami dalam proses pengerjaannya. (Wicaksono, 2011)

Perancangan adalah penggambaran, perencanaan, dan penyusunan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen terpisah dan suatu kesatuan yang utuh dan berfungsi. (Yakub, 2012)

2.2.2 Pemodelan

Pemodelan berarti alat yang dibuat bukanlah dengan dengan bahan dan ukuran yang sesuai dengan ide awal. Tujuan dari pemodelan adalah menghemat dana serta agar waktu yang dibutuhkan untuk membuat produk yang dikehendaki tidak terlalu lama.

Model adalah suatu representasi atau formalisasi dalam bahasa tertentu dari suatu sistem nyata (realitas). Jadi, model adalah representasi dari suatu objek, benda atau ide-ide dalam bentuk yang lain dengan entitasnya. Model berisi informasi tentang suatu sistem yang dibuat dengan tujuan untuk mempelajari

prilaku sistem yang sebenarnya. Model dapat berupa tiruan dari suatu benda, sistem atau peristiwa sesungguhnya yang hanya mengandung informasi yang dipandang penting untuk ditelaah. (Sridadi, 2009)

2.2.3 Transformable Furniture

Saat ini, sudah sangat banyak *Transformable Furniture* yang dibuat. Konsep dan tujuan yang dipakai pun sangatlah beragam. *Transformable Furniture* adalah suatu furnitur/peralatan yang dapat bertransformasi/berubah bentuk dengan mempertimbangkan masalah yang ada seperti fungsi, luas ruang, kenyamanan penggunaan, keamanan, kemudahan operasi, biaya, hingga estetika. *Transformable Furniture* merupakan suatu solusi bagi banyak permasalahan furnitur dimana ide utama dari pembuatannya adalah penggabungan fungsi dari 2 alat atau lebih yang menjadikannya lebih multifungsi dan praktis.

Saat ini, ada banyak alat yang dalam kesehariannya membutuhkan tenaga yang besar untuk mengoperasikannya seperti mengangkat bak sampah besar, memindahkan lemari, mengangkat sofa, dan lain-lain. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu solusi dengan mengimplementasikan komponen elektrik kepadanya. Ada banyak alat-alat elektrik yang sangat memudahkan kehidupan kita seperti motor, mobil, oven, *handphone*, dan lain-lain. Oleh karena itu, penggabungan fungsi *Transformable Furniture* dengan bantuan elektrik tentu dapat sangat membantu kehidupan manusia.

2.2.4 Motor *Stepper*.

Motor *stepper* merupakan suatu komponen elektronika yang gerakan pada rotornya dapat dikendalikan oleh pulsa-pulsa dari mikroprosesor. Tidak seperti motor *AC* dan *DC* konvensional yang berputar secara kontinyu, perputaran motor *stepper* adalah secara *incremental* atau langkah per langkah (*step by step*). Gerakan motor *stepper* sesuai dengan banyak pulsa-pulsa digital yang diberikan. Seperti halnya motor *DC*, motor *stepper* juga dapat berputar dalam dua arah yaitu searah jarum jam (*CW*) atau berlawanan arah jarum jam (*CCW*) yaitu dengan memberikan polaritas yang berbeda. Pada prinsipnya motor mengkonversi daya elektrik menjadi tenaga mekanik. Motor *stepper* mengkonversi sinyal elektrik kedalam

pergerakan (putaran) spesifik. Pergerakan yang diciptakan oleh sinyal masing-masing dapat diulang dengan tepat, itulah sebabnya mengapa motor *stepper* sangat efektif untuk aplikasi pergerakan posisi. (Putra, 2011)

Kelebihan motor *stepper* dibandingkan dengan motor *DC* biasa adalah:

1. Sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa yang masuk sehingga lebih mudah diatur.
2. Motor dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat awal pergerakan.
3. Posisi dan pergerakan repetisinya dapat ditentukan secara presisi.
4. Memiliki respon yang sangat baik terhadap perintah mulai, berhenti, hingga putaran.
5. Dapat diandalkan karena tidak adanya sikat yang bersentuhan dengan rotor.
6. Dapat menghasilkan perputaran yang lambat sehingga beban dapat dikoneksikan langsung dengan porosnya.
7. Frekuensi perputaran dapat ditentukan secara bebas dan mudah pada jangkauan yang luas. (Pratama, 2017)

2.2.5 Arduino

Arduino adalah sebuah kit elektronik *open source* yang dirancang khusus sebagai pengontrol yang mengatur cara kerja rangkaian elektronik lainnya, untuk memudahkan pengguna baik teknisi, desainer, dan siapapun yang tertarik untuk membuat benda atau mengembangkan perangkat elektronik yang dapat berinteraksi dengan berbagai sensor dan peralatan kelistrikan. (Aan Darmawan, 2017)

Arduino sebagai sebuah platform komputasi fisik (*Physical Computing*) yang *open source* pada *board input ouput* sederhana. Yang dimaksud dengan platform komputasi fisik disini adalah sebuah sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan *software* dan *hardware* yang dapat mendeteksi dan merespon situasi dan kondisi. (Aslamia, 2015)

Kelebihan *arduino* dari platform *hardware* mikrokontroler lain adalah:

1. *IDE Arduino* dapat dijalankan di berbagai sistem operasi seperti *Windows*, *Macintosh*, maupun *Linux*.
2. *IDE Arduino* dibuat berdasarkan *IDE Processing* sederhana sehingga mudah digunakan.
3. Pemrograman *arduino* menggunakan kabel yang terhubung dengan *port USB* bukan *port serial*. Fitur ini berguna karena banyak komputer sekarang ini tidak memiliki *port serial*.
4. *Arduino* adalah *hardware* dan *software open source*. Pembaca bisa mengunduh *software* dan gambar rangkaian *arduino* tanpa harus membayar ke pembuat *arduino*.
5. Biaya *hardware* cukup murah sehingga tidak terlalu menakutkan untuk membuat kesalahan.
6. Proyek *arduino* ini dikembangkan dalam lingkungan pendidikan sehingga bagi pemula akan lebih cepat dan mudah mempelajarinya.
7. Memiliki begitu banyak pengguna dan komunitas di internet dapat membantu setiap kesulitan yang dihadapi terutama oleh *programmer* pemula. (Artanto, 2012)

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Diagram Alir dapat dilihat pada Gambar 3.1 yang berisi tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Identifikasi Masalah

Mengidentifikasi masalah berdasarkan berdasarkan konsep yang sudah ada serta menentukan konsep apa yang dipakai kemudian dilanjutkan pada pembuatan alternatif penyelesaian masalah.

3.3 Alternatif Penyelesaian Masalah dan Evaluasinya

Alternatif penyelesaian masalah membahas tentang penggerak apa yang dapat dipakai pada *sofa bed* elektrik vertikal sesuai dengan hasil dari identifikasi masalah. Proses ini mencari 3 macam penggerak yang relevan digunakan pada *sofa bed* vertikal. Alternatif yang didapat selanjutnya dievaluasi sehingga diketahui kelebihan dan kekurangan dari masing-masing alternatif dan didapat penggerak mana yang terbaik untuk dipakai pada model *sofa bed*.

3.4 Pembuatan Desain

Proses perancangan dimulai dengan pembuatan desain menggunakan *software Solidworks* 2018. Pembuatan desain dimulai dengan pembuatan rangka yang memiliki kriteria tinggi tempat duduk minimal 460mm, memiliki tempat untuk menaruh kasur dan sistem motor, tangga yang terintegrasi dengan kasur atas dengan sistem engsel, pagar pengaman untuk kasur atas dengan sistem bongkar pasang, serta jarak antara rangka atas dengan rangka bawah saat sedang dalam posisi tempat tidur berkisar 800mm. Setelah rangka selesai dibuat, selanjutnya rangka yang ada dilapisi dengan kover yang bertujuan untuk memperindah visual dari *sofa bed*. Logo dari *Solidworks* 2018 dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Logo *Solidworks* 2018

Setelah seluruh bagian dari *sofa bed* selesai dibuat, desain dilanjutkan pada *software Keyshot* untuk proses *rendering* dengan tujuan menghasilkan visual final

dan dapat menunjukkan keseluruhan desain dengan baik. Logo dari dari *Keyshot* dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Logo *Keyshot*

3.5 *Stress Analysis*

Hasil dari desain selanjutnya dianalisis perihal kekuatannya dalam menahan beban dengan menggunakan fitur *stress analysis* yang terdapat dalam *software solidworks* 2018. *Stress analysis* dilakukan dengan tiga kondisi yakni saat pengguna sedang naik tangga, saat duduk di kasur atas, dan saat sedang baring di kasur atas. Kondisi-kondisi tersebut akan menentukan lokasi pembebanan sebesar 100kgf yang merepresentasikan beban berat manusia.

3.6 Fabrikasi Rangka

Fabrikasi rangka dilakukan pada bengkel las. Bahan dari rangka yang digunakan pada pemodelan ini adalah Aluminium *Hollow*. Skala dari produk adalah 1:4 dari desain karena tujuan utama dari pembuatan ialah menunjukkan mekanisme pergerakan nyatanya dan mengetahui kendala apa yang terjadi. Pada tahap ini, pastikan tiap-tiap pengerjaan sudah menggunakan peralatan *safety* agar terhindar dari segala macam kejadian yang tidak diinginkan.

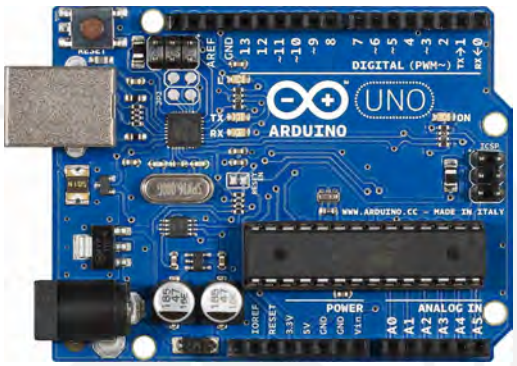
Tahap pertama yang dilakukan pada fabrikasi rangka adalah pengukuran batang aluminium yang dilakukan agar sesuai dengan kebutuhan menggunakan meteran. Setelah ukuran yang dibutuhkan didapat, langkah selanjutnya adalah pemotongan alumunium menggunakan gerinda tangan. Setelah batang alumunium memiliki panjang yang sesuai, langkah selanjutnya adalah penyambungan batang-batang tersebut dengan menggunakan mesin las. Setelah rangka tersambung, gabungkan dengan motor, batang ulir, serta *nut* dengan menggunakan baut dan mur sehingga membentuk model *sofa bed* sesuai dengan keinginan. Untuk menghubungkan motor dengan batang ulir digunakan *flexible coupling*. Apabila

rangka *sofa bed* sudah berbentuk sesuai dengan keinginan, proses terakhir dari fabrikasi rangka adalah mewarnai rangka dengan menggunakan *pylox*.

3.7 Perancangan Komponen Elektrik dan Pembuatan Program

Komponen elektrik yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari:

1. *Arduino Uno R3*



Gambar 3.4 *Arduino Uno R3*

2. Kabel *Arduino*



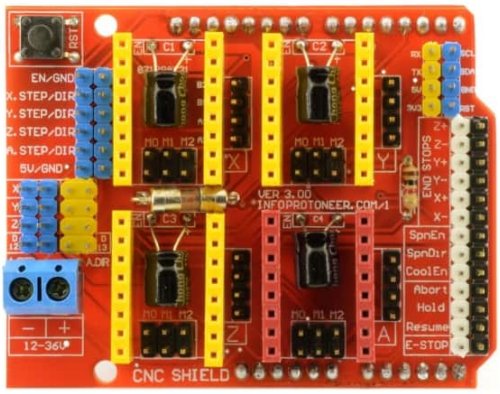
Gambar 3.5 Kabel *Arduino*

3. Kabel *Jumper*



Gambar 3.6 Kabel *Jumper*

4. *CNC Shield V3*



Gambar 3.7 *CNC Shield V3*

5. *Motor Driver A4988 + Heatsink*



Gambar 3.8 *Motor Driver A4988 + Heatsink*

6. *Joystick Arduino*



Gambar 3.9 *Joystick*

7. *Power Supply* 12V 30A



Gambar 3.10 *PSU* 12V 30A

8. Multimeter



Gambar 3.11 Multimeter

Perancangan komponen elektrik akan membahas tentang hubungan antar komponen serta hal-hal apa saja yang perlu diperhatikan agar seluruh komponen dapat bekerja sesuai dengan keinginan. Pembuatan program yang nantinya akan menjalankan sistem motor yang terpasang pada *sofa bed* dilakukan dalam *software arduino*. Logo dari *software arduino* dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 *Software Arduino*

Proses pembuatan program di *software arduino* dilakukan di laptop. Pada *software arduino*, yang membutuhkan program tertentu adalah motor *stepper* dan *joystick*. *Joystick* merupakan *input* dan hasil dari *joystick* digunakan sebagai *output* yang dapat mengerakkan motor *stepper*.

3.8 Pemasangan Kover dan Komponen Elektrik

Pemasangan kover dilakukan di bengkel kayu. Pemasangan kover dimulai dengan pemetaan seluruh bagian rangka yang terlihat dari luar baik saat rangka dalam posisi sofa maupun tempat tidur. Setelah itu, proses dilanjutkan ke penentuan jenis kayu yang dipakai berdasarkan kebutuhannya. Lalu, proses

selanjutnya adalah melakukan pengukuran kayu agar dapat dipasang pada seluruh bagian rangka. Setelah ukuran selesai ditentukan, langkah selanjutnya adalah pemotongan kayu dan kemudian dipasang pada rangka dengan menggunakan lem *fox*.

Setelah proses di bengkel kayu selesai, langkah selanjutnya adalah memasang seluruh komponen elektrik pada sisi bagian belakang model *sofa bed* dengan menggunakan baut dan *double side tape*. Kabel-kabel yang menjuntai pun dirapikan dengan menggunakan selotip. Terakhir, pasang *styrofoam* pada rangka kasur atas dan bawah sebagai model dari kasur.

3.9 Pengujian

Tahap pengujian yang dilakukan penelitian ini adalah pengujian mekanisme transformasi/*transformable*. Pengujian bertujuan untuk mengamati apakah fungsi pergerakan dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan keinginan.

3.10 Pembahasan

Membahas tentang hal-hal apa yang telah dilakukan dan menentukan apakah sudah berjalan sesuai dengan keinginan serta menjelaskan macam-macam kendala yang terjadi saat proses transformasi serta apa yang perlu diubah pada saat pembuatan produk riilnya. Setelah kendala didapatkan, penulis akan memberikan rekomendasi solusi.

3.11 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada proses pembuatan model *Sofa Bed* adalah:

1. Peralatan *Safety*
2. Mesin Las
3. Gerinda Tangan
4. Meter Ukur
5. Obeng

Bahan yang digunakan untuk membuat model *Sofa Bed* adalah:

1. Aluminium *Hollow*

2. Baut
3. Kayu Triplek
4. Lem *Fox*
5. *Styrofoam*
6. *Pylox*
7. Motor *Stepper 17HS4401 Nema 17*
8. *Flexible Coupling*
9. *T8 Lead Screw + Nut*
10. *Double Side Tape*
11. Selotip

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Masalah

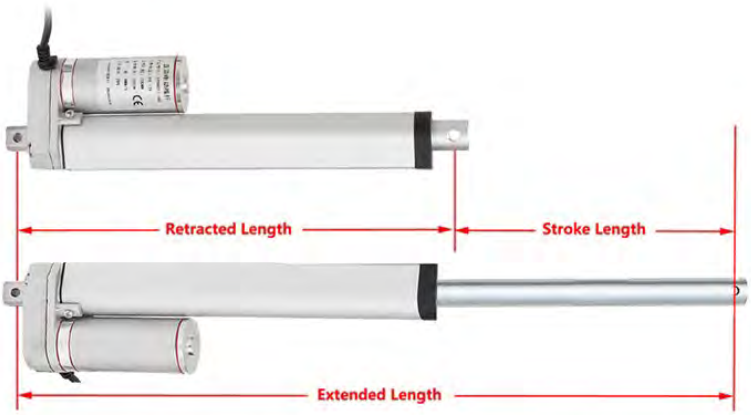
Berdasarkan konsep yang sudah dijelaskan pada Bab 2, seluruh konsep terbilang rumit untuk diterapkan sistem elektrik. Hingga saat ini, belum ada konsep yang menggerakkan kasur hanya dengan pergerakan linear vertikal. Pergerakan linear secara vertikal apabila tidak dibantu dengan tenaga elektrik tentu sangatlah berat. Namun dengan diterapkannya sistem tersebut, pengoperasiannya akan jauh lebih mudah dibandingkan dengan konsep yang sudah ada. Oleh karena itu, konsep yang akan penulis pakai adalah pergerakan transformasi vertikal secara linear.

4.2 Alternatif Penyelesaian Masalah

Tahapan selanjutnya adalah menentukan alternatif penyelesaian masalah dari produk. Terdapat 3 jenis alternatif yang digunakan yang akan dijelaskan sebagai berikut.

4.2.1 Alternatif Penyelesaian Masalah 1

Alternatif penyelesaian masalah 1 yaitu penggunaan motor *Linear Actuator*. Penggunaan motor *Linear Actuator* tergolong mudah dalam pengoperasiannya dikarenakan adanya *controller* bawaan yang dapat langsung digunakan saat motor dihubungkan dengan listrik. Namun, dibalik kemudahan pengoperasiannya, harga motor *Linear Actuator* tegolong mahal. Harga motor tersebut per unit banyak yang menyentuh angka jutaan terlebih jika ukurannya semakin besar. Motor *Linear Actuator* memiliki panjang *stroke* dan *extend* yang dijelaskan pada gambar 4.1.



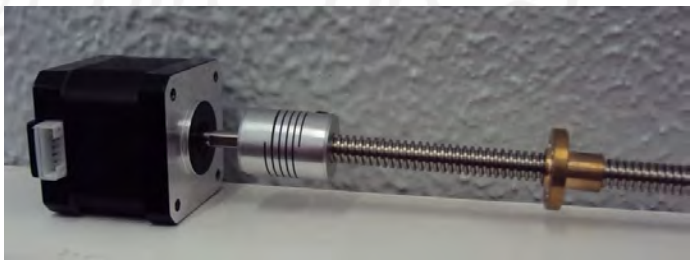
Stroke Length	50mm	100mm	150mm	200mm	250mm	300mm	350mm	400mm	450mm
Retracted Length	155mm	205mm	260mm	320mm	370mm	420mm	470mm	550mm	600mm
Extended Length	205mm	305mm	410mm	520mm	620mm	720mm	820mm	950mm	1050mm

Gambar 4.1 Motor *Linear Actuator*

Dengan spesifikasi panjang seperti itu, akan sangat susah menempatkan motor tersebut di dalam *sofa bed* karena dibutuhkan jarak antar kasur yang spesifik namun tetap muat.

4.2.2 Alternatif Penyelesaian Masalah 2

Alternatif penyelesaian masalah 2 yaitu penggunaan motor *stepper*. Penggunaan motor stepper memiliki kekurangan untuk dapat dikontrol diperlukan kombinasi komponen yang lebih rumit. Namun, motor stepper apabila dikombinasikan dengan batang ulir akan memiliki jarak tempuh yang sangat fleksibel. Harga per unit motor *stepper* dengan batang ulirnya cenderung lebih murah daripada motor linear. Kombinasi motor *stepper* dengan batang ulir dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Motor *Stepper* dan Batang Ulir

4.2.3 Alternatif Penyelesaian Masalah 3

Alternatif penyelesaian masalah 3 yaitu penggunaan hidrolik otomatis. Hidrolik otomatis merupakan penerapan hidrolik secara elektrik yang biasa ditemukan penggunaannya pada *power back door* yang terdapat pada bagasi mobil. Saat tombol *open* ditekan, pintu bagasi mobil akan secara otomatis terbuka hingga posisi puncak dan untuk mengembalikannya cukup tekan tombol tersebut lagi. Namun, sama dengan motor linear, hidrolik memiliki panjang awal dan ekstensi yang spesifik sehingga sulit untuk diaplikasikan tanpa mengorbankan dimensi dari *sofa bed*. Hidrolik otomatis dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Hidrolik Otomatis

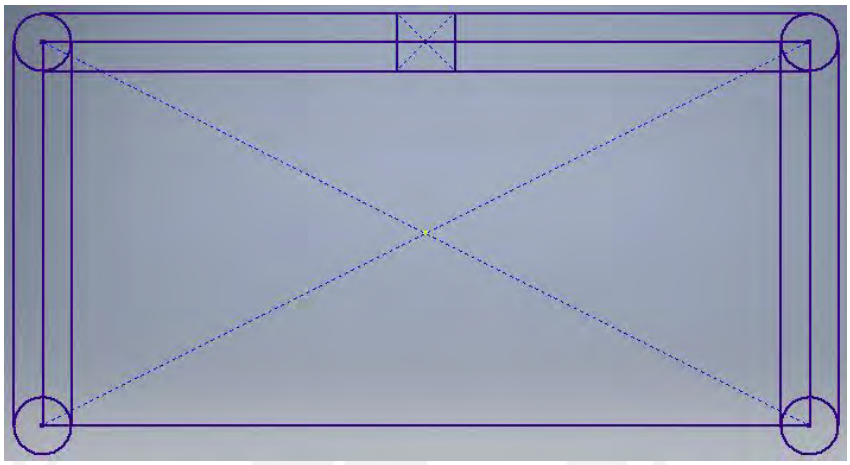
4.2.4 Evaluasi Alternatif Penyelesaian Masalah

Alternatif penyelesaian masalah memiliki kelebihan dan kelemahannya masing-masing. Dari sisi harga, motor *stepper* merupakan yang paling murah dibandingkan dengan motor linear maupun hidrolik otomatis. Dari sisi kepraktisan penggunaan, motor linear lebih praktis dibandingkan dengan motor *stepper* maupun hidrolik otomatis. Namun, yang menjadi faktor utama dalam pemilihan motor yang dipakai adalah panjang awal dan panjang akhir dari motor tersebut. Motor *stepper* jelas memiliki keunggulan dibanding yang lain karena panjang dari batang ulir dapat divariasikan menyesuaikan dengan kebutuhan meskipun harus membuat sistem elektrik yang lebih rumit. Oleh karena itu, maka pada penelitian ini akan menggunakan kombinasi motor *stepper* dengan batang ulir.

Variasi yang selanjutnya adalah jumlah motor yang dipakai. Ada 3 kondisi yakni memakai 1 motor, 2 motor, dan 4 motor. Pada penggunaan 1 dan 2 motor,

dibutuhkan bantuan *linear rail guide*. Akan dibuat *layout* untuk tiap tiap kondisi agar lebih mudah dipahami. Motor stepper digambarkan sebagai kotak dan *linear rail guide* digambarkan sebagai lingkaran.

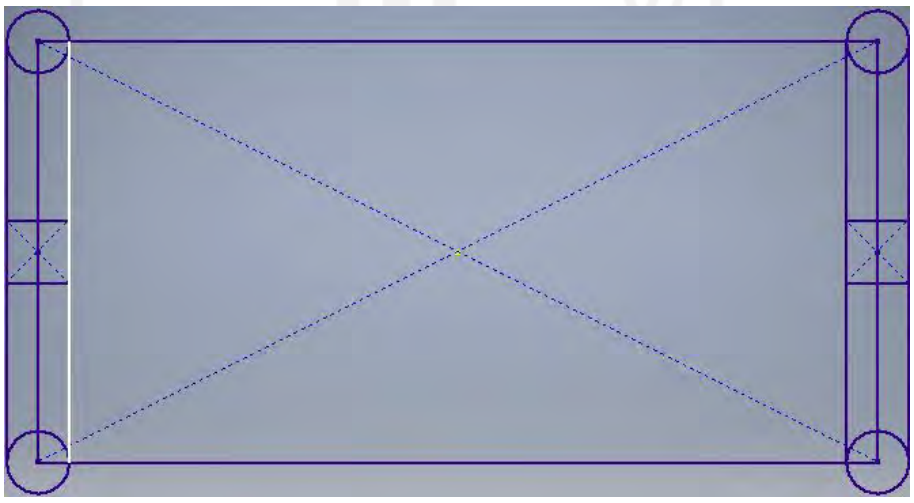
Untuk penggunaan 1 motor diperlihatkan pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 1 Motor 4 *Linear Rail Guide*

Motor ditaruh pada bagian tengah belakang dan dihubungkan dengan *linear rail guide* yang ditaruh pada tiap sudut *sofa bed*. Kelemahan dari kondisi ini adalah linear *rail guide* pada bagian depan *sofa bed* tidak dapat menjadi penyangga alami karena akan turun saat diberikan beban.

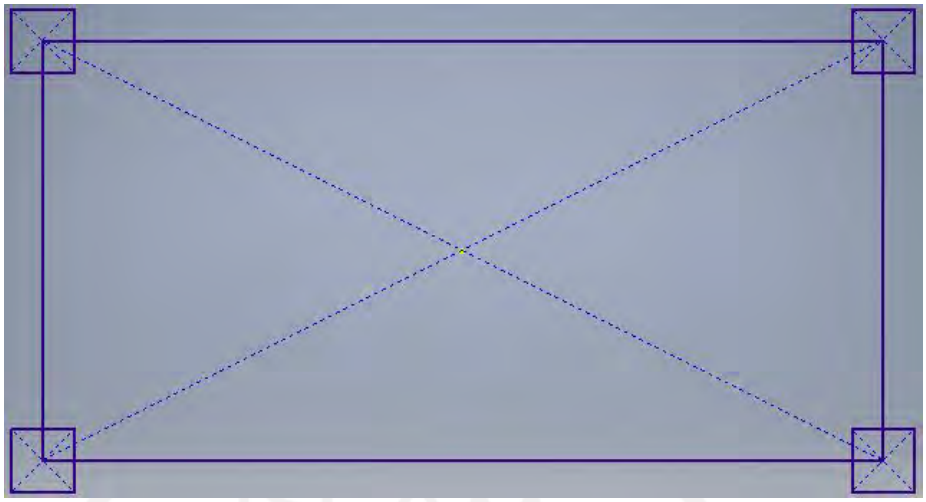
Untuk penggunaan 2 motor diperlihatkan pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 2 Motor 4 *Linear Rail Guide*

Motor ditaruh pada bagian tengah kiri dan tengah kanan *sofa bed* lalu dihubungkan dengan *linear rail guide* yang juga ditaruh pada tiap sudut *sofa bed*.

Untuk penggunaan 4 motor diperlihatkan pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 4 Motor *Stepper*

Motor ditaruh pada tiap sudut *sofa bed* dan tidak menggunakan bantuan *linear rail guide*. Pada kondisi ini, tidak diperlukan kustomisasi dan penyambungan antara sudut-sudut yang ada sehingga proses fabrikasi akan lebih mudah.

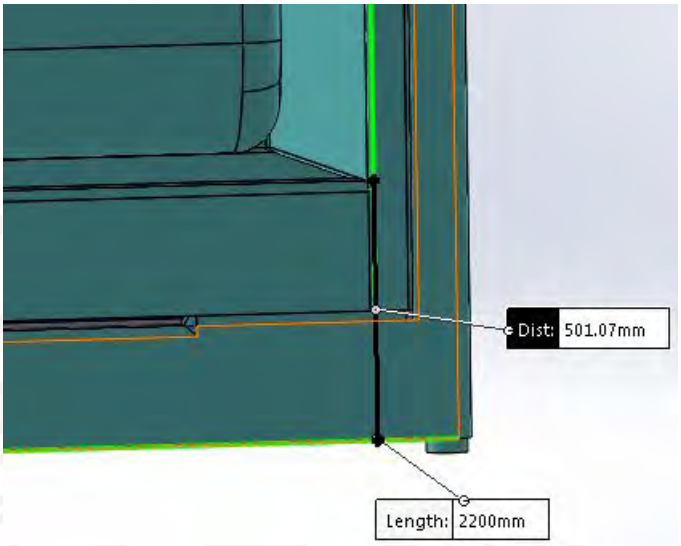
Penggunaan 4 motor cenderung lebih mudah untuk diaplikasikan pada pembuatan model ini. Oleh karena itu, hasil dari evaluasi alternatif penyelesaian masalah adalah penggunaan 4 unit motor *stepper* yang ditaruh pada tiap sudut *sofa bed*.

4.3 Pembuatan Desain

Setelah hasil dari tahap evaluasi didapat, langkah selanjutnya adalah pembuatan desain akhir menggunakan *software Solidworks* 2018 serta menjadi patokan utama dalam proses perancangan model. Rangka yang dibuat ada 2 yaitu rangka atas dan rangka bawah. Kedua rangka dihubungkan dengan menggunakan batang ulir yang dimana rangka bawah menjadi *ground* yang berarti rangka bawah tidak mengalami pergerakan namun hanya menjadi tempat bagi sistem motor yang dipakai. Yang mengalami pergerakan pada produk adalah rangka atas yang dimana rangka atas terhubung dengan batang ulir menggunakan *nut* sehingga rotasi dari motor akan menggerakkan batang ulir dan seiring dengan berputarnya batang ulir, rangka atas juga ikut bergerak keatas maupun kebawah.

4.3.1 Tinggi Dudukan Sofa

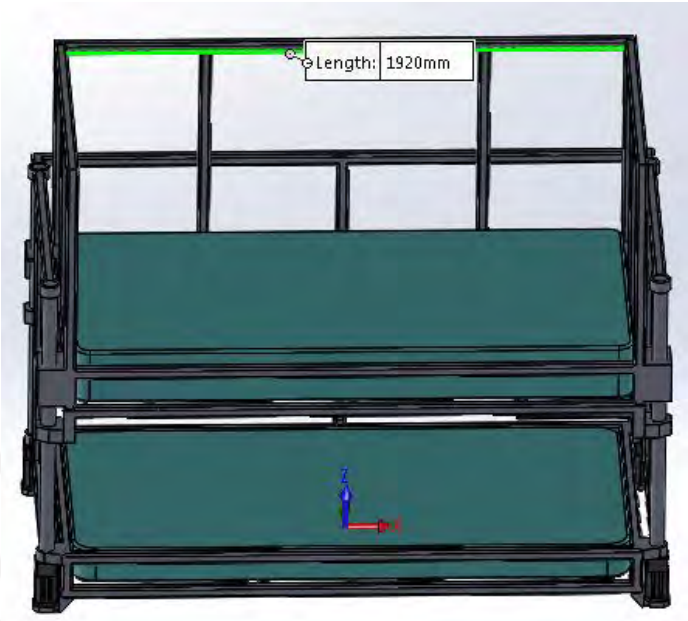
Dimensi tinggi dudukan sofa berdasarkan SNI adalah minimum 400mm, oleh karena itu dibuatlah rangka dudukan dengan tinggi sekitar 500mm seperti pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Tinggi Dudukan Sofa

4.3.2 Tempat Kasur

Kasur ditaruh pada rangka atas dan bawah dengan ukuran yang sama. Kasur memiliki standar panjang 2000mm dan lebar yang bervariasi. Namun pada desain model, kasur yang dipakai bukanlah kasur standar agar mempermudah proses desain namun tetap mendekati standar. Berdasarkan kriteria tersebut, maka panjang rangka kasur ±1920mm. Panjang rangka kasur dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Panjang Kasur

Untuk lebar dari rangka kasur, dimensinya yang dibuat adalah ±928mm. Lebar dari rangka tempat kasur dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Lebar Kasur

4.3.3 Tempat Sistem Motor

Tempat untuk menaruh sistem motor adalah di tiap sudut *sofa bed*. Diberikan tempat khusus pada rangka bawah untuk menaruh motor. Untuk batang ulir, pada sisi bawahnya dihubungkan langsung dengan motor yang pada produk model dengan perantara *flexible coupling*. Untuk sisi atas dari batang ulir dihubungkan langsung dengan rangka. Untuk pergerakan kasur atas, pada batang ulir terdapat *nut* yang yang terhubung langsung dengan rangka atas sehingga perputaran dari motor akan menggerakkan rangka atas. Gambar dari sistem motor dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Tempat Sistem Motor

4.3.4 Tangga

Untuk akses ke kasur atas diperlukan tangga. Selain untuk hal tersebut, tangga juga berguna sebagai penahan beban dari kasur atas agar semakin kuat. Tangga terintegrasi dengan kasur atas dan bekerja dengan sistem engsel. Untuk pengunaannya, saat *sofa bed* sedang berada pada posisi tempat tidur, tangga yang menempel pada bagian bawah rangka digerakkan seperti pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Tangga

Pada saat tangga berada pada posisi awal, yang menahan tangga agar tidak jatuh adalah sistem magnet yang ditaruh pada ujung tangga namun tidak dibuat fisik dari magnet tersebut dalam desain.

4.3.5 Pagar Pengaman

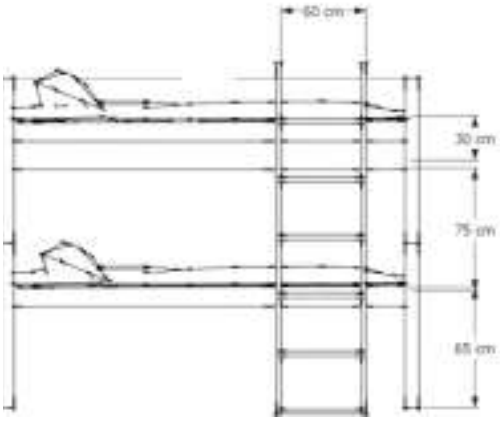
Pagar pengaman merupakan fitur keamanan pada kasur atas. Sistem yang dipakai adalah bongkar pasang sehingga tidak mengganggu pengguna pada saat duduk dalam posisi sofa. Pagar pengaman dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Pagar Pengaman

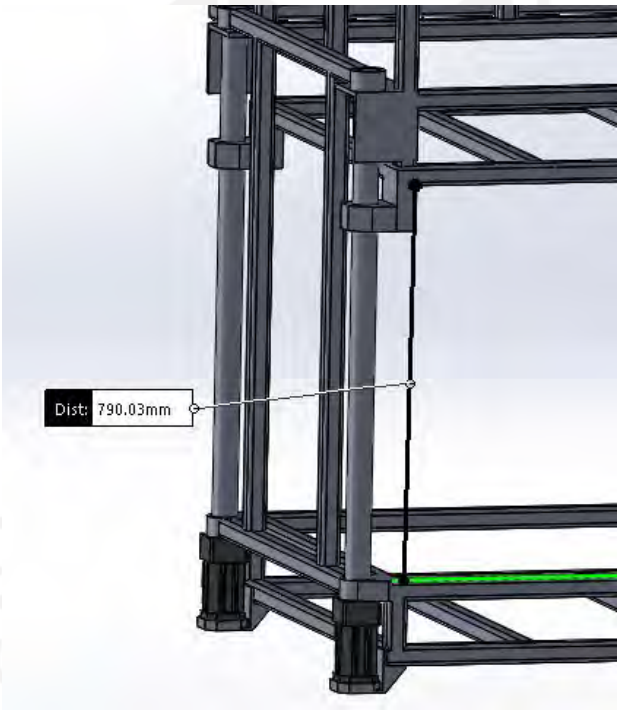
4.3.6 Jarak Antar Kasur

Penentuan jarak antar kasur adalah untuk kondisi saat orang yang sedang memakai kasur bagian bawah sedang duduk. Contoh dimensi dari kasur tingkat dapat dilihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Dimensi Kasur Tingkat

Dari gambar tersebut diketahui bahwa jarak standar antar kasur adalah 750mm. Oleh karena itu, jarak antar kasur yang dibuat pada desain model adalah ±790mm. Jarak antar kasur pada desain dapat dilihat pada gambar 4.14.

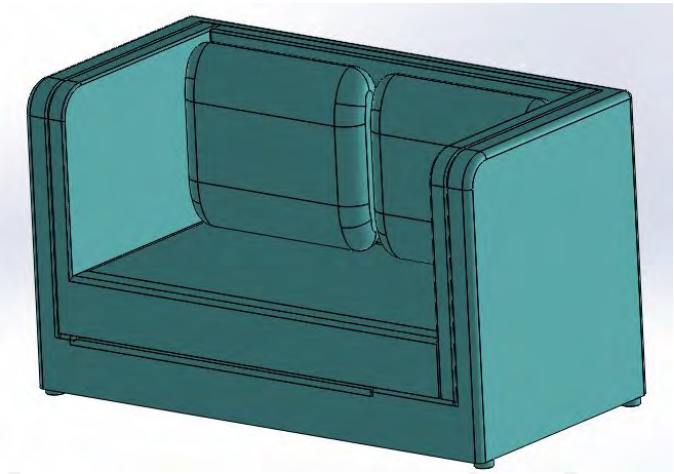


Gambar 4.14 Jarak Antar Kasur

4.3.7 Lapis Kover

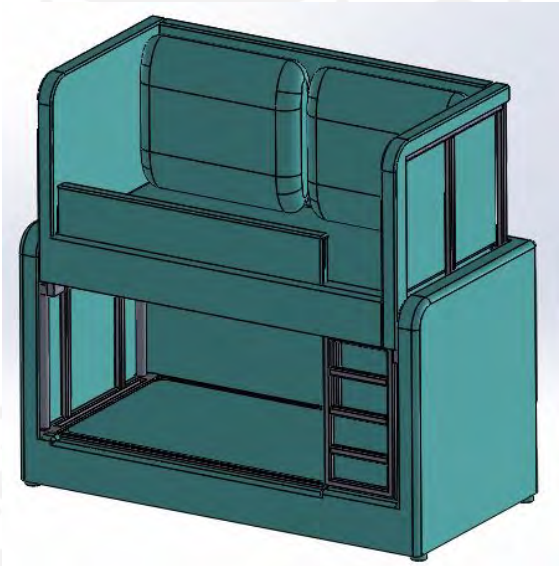
Setelah seluruh rangka selesai dibuat dan seluruh kriteria desain telah terpenuhi, proses selanjutnya adalah memberi lapisan kover dengan tujuan menutupi bagian dari rangka dan sistem motor serta memperindah visual dari *sofa*

bed. Tampilan kover dari *sofa bed* saat sedang berada pada posisi sofa dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.15 Sofa Kover

Tampilan kover dari *sofa bed* saat sedang berada pada posisi tempat tidur dapat dilihat pada gambar 4.16.



Gambar 4.16 Tempat Tidur Kover

Setelah seluruh proses desain selesai, langkah terakhir pada pembuatan desain adalah proses *rendering*.

4.3.8 *Render* Desain

Render desain dilakukan dengan menggunakan *software Keyshot*. Desain *solidworks* tersebut di-*import* di *Keyshot* lalu diberikan warna sesuai dengan selera. Untuk membuat desain lebih realistis, diberikan pula *background* ruangan. Agar

membuat dimensi dari *sofa bed* menyatu dengan ruangan, atur *perpective* dan sudut *sofa bed* serta besar kecilnya. Setelah semua langkah dilakukan, *render* desain tersebut.

Proses *render*ing dilakukan pada tiga kondisi. Kondisi yang pertama adalah saat *sofa bed* berada dalam posisi sofa yang dapat dilihat pada gambar 4.17.



Gambar 4.17 *Render* Sofa

Kondisi yang kedua adalah saat *sofa bed* berada pada posisi tempat tidur namun pagar dan tangga belum diatur. Gambar 4.18 adalah saat *sofa bed* berada pada kondisi kedua.



Gambar 4.18 *Render* Tempat Tidur Awal

Kondisi yang terakhir adalah saat *sofa bed* berada pada tempat tidur sempurna. Kondisi ketiga dapat dilihat pada gambar 4.19.



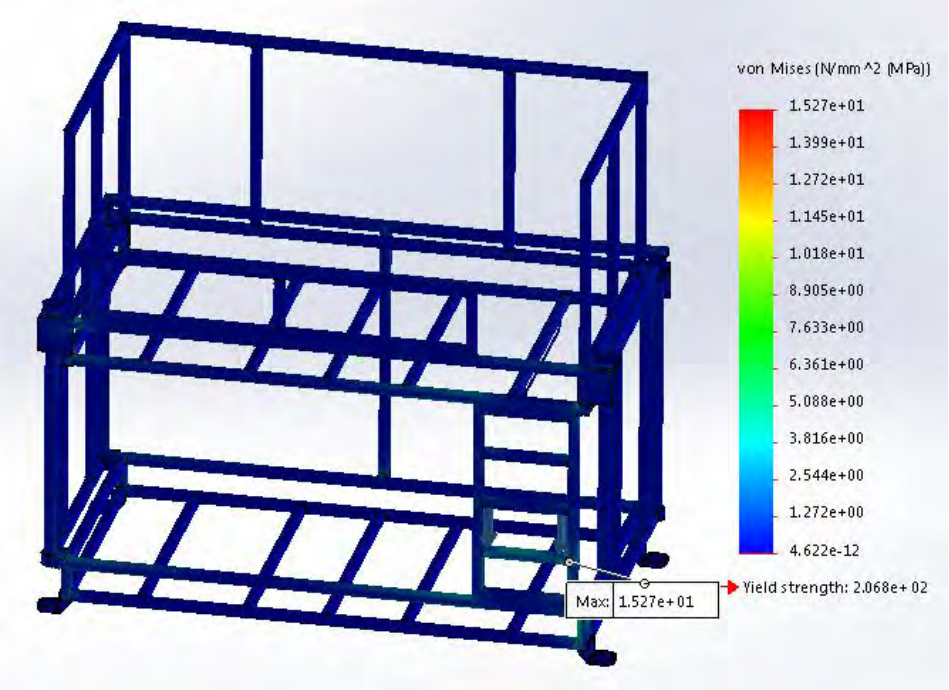
Gambar 4.19 *Render* Tempat Tidur Akhir

Hasil dari *render* merupakan visualisasi final dari pembuatan desain.

4.4 *Stress Analysis*

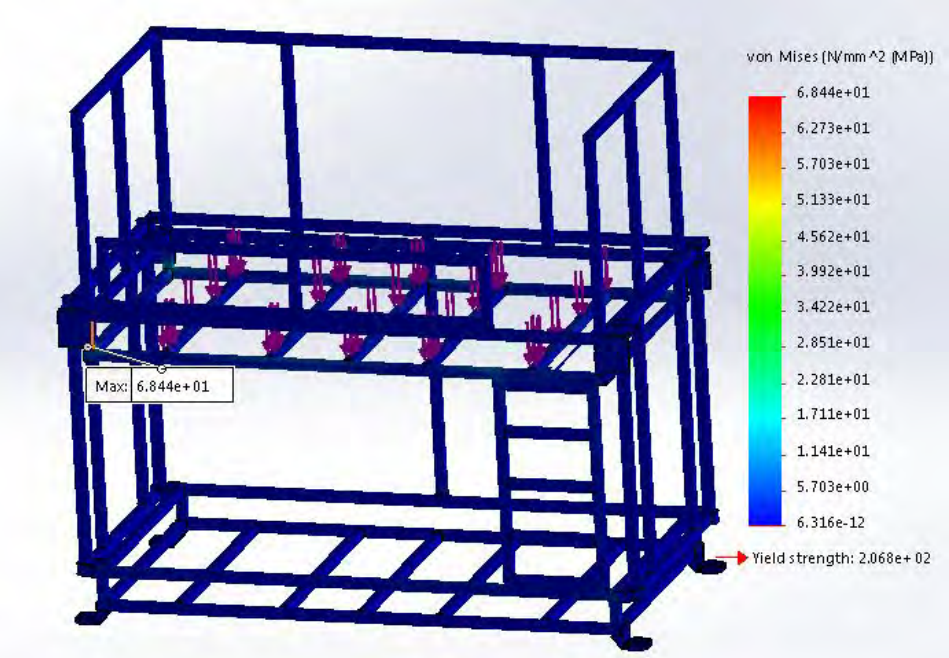
Stress analysis dilakukan pada tiga kondisi yakni satu anak tangga, satu batang rangka kasur atas, dan seluruh batang rangka kasur atas. Beban yang diberikan adalah 100kgf agar merepresentasikan berat manusia pada umumnya.

Stress analysis pada anak tangga bertujuan untuk menyimulasi kekuatan tangga terhadap beban apabila pengguna sedang naik ke kasur bagian atas menggunakan tangga. Pengaruh beban terhadap tangga dapat dilihat pada gambar 4.20.

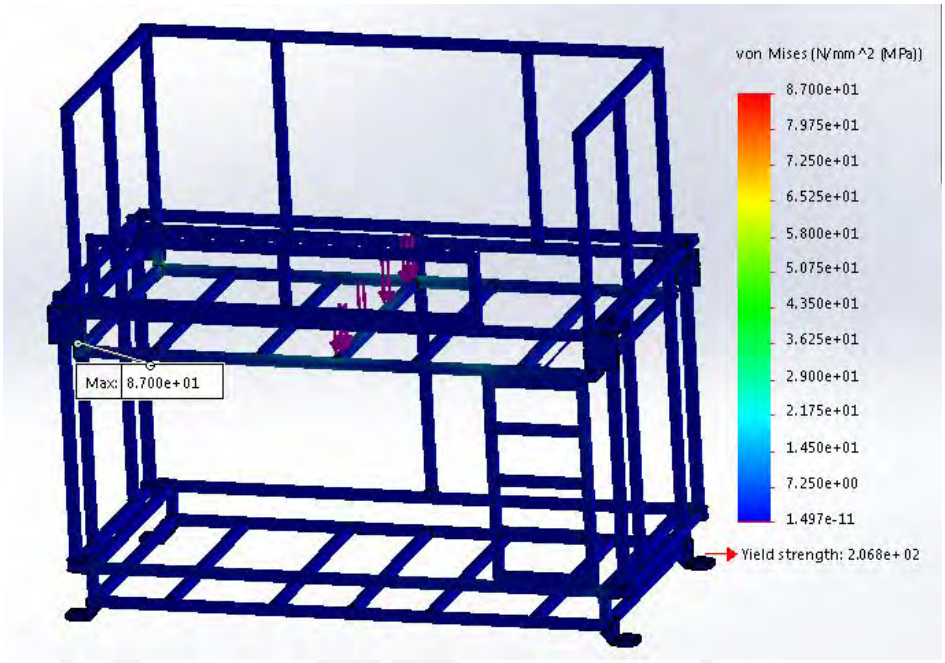


Gambar 4.20 *Stress Analysis* Tangga

Stress analysis pada kasur atas bertujuan untuk menyimulasi kekuatan rangka kasur atas terhadap beban apabila pengguna sedang tidur/duduk di kasur atas. Terdapat 2 simulasi yang dilakukan agar hasil simulasi lebih *valid*. Gambar 4.21 merupakan pengaruh beban terhadap rangka saat pengguna sedang berada pada posisi berbaring sehingga beban 100kg dibagi pada tiap-tiap batang sehingga tiap batang mendapat beban 20kg dan gambar 4.22 merupakan pengaruh beban apabila pengguna sedang berada pada posisi duduk sehingga beban 100kg diberikan pada 1 batang saja.



Gambar 4.21 *Stress Analysis* Seluruh Rangka Atas



Gambar 4.22 *Stress Analysis* Satu Rangka Atas

Dari hasil simulasi *stress analysis*, seluruhnya menunjukkan hasil dengan warna biru dan hijau yang menandakan pemilihan bahan dan desain rangka sudah sesuai dan dapat menahan beban 100kgf.

4.5 Fabrikasi Rangka

Fabrikasi rangka menggunakan skala 1:4 dari desain. Pelaksanaan proses fabrikasi rangka dijelaskan pada sub-bab berikut.

4.5.1 Penentuan Bahan, Pemotongan, dan Penyambungan

Bahan yang dipakai pada fabrikasi rangka adalah Aluminium *Hollow* berukuran 1x1cm. Material ini dipilih karena kekuatannya dalam menahan beban namun juga tidak berat sehingga cocok untuk proses pergerakan vertikal *sofa bed*. Alasan lain pemilihan Aluminium *Hollow* adalah biayanya yang tidak terlalu mahal.

Proses pertama dari fabrikasi rangka yang dilakukan di bengkel las adalah pengukuran panjang rangka yang dibutuhkan. Langkah selanjutnya adalah proses pemotongan dengan menggunakan gerinda tangan serta penyambungan rangka agar mempunyai bentuk yang sesuai dengan desain. Proses ini dapat dilihat pada gambar 4.23.



Gambar 4.23 Proses Produksi Rangka 1

Proses penyambungan antar batang dilakukan dengan menggunakan mesin las pada titik-titik yang ingin disambungkan. Setelah seluruh bagian rangka sudah disambungkan menggunakan las, rangka di-*assembly* bersamaan dengan pemasangan motor, batang ulir, *flexible coupling*, serta *nut* sehingga didapat rangka seperti pada gambar 4.24.



Gambar 4.24 Proses Produksi Rangka 2

Setelah rangka secara keseluruhan di-*assembly* dan memiliki bentuk yang sesuai dengan desain yang diharapkan, dilakukan pengecatan dengan menggunakan *pylox* warna hitam yang berguna agar menjadikan rangka lebih enak dipandang seperti pada gambar 4.25.



Gambar 4.25 Rangka Setelah Dicat

Setelah seluruh proses untuk membuat rangka selesai, proses dilanjutkan ke perancangan komponen elektrik.

4.6 Perancangan Komponen Elektrik

Penjelasan mengenai alat yang dipakai dan proses perancangan komponen elektrik dijelaskan pada sub-bab berikut.

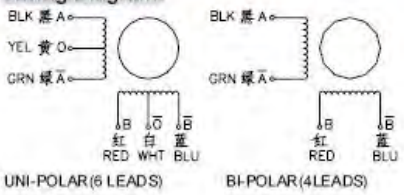
4.6.1 Spesifikasi Motor

Motor yang digunakan pada perancangan ini adalah motor *stepper Nema* 17 dengan model *17HS4401*. Gambar 4.26 merupakan *datasheet* dari motor *stepper 17HS4401*.

2 Phase Hybrid Stepper Motor
17HS series-Size 42mm(1.8 degree)



Wiring Diagram:

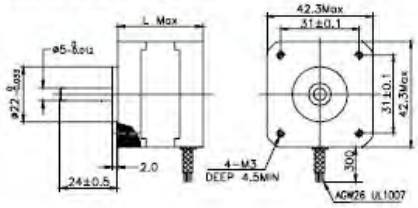


Electrical Specifications:

Series Model	Step Angle (deg)	Motor Length (mm)	Rated Current (A)	Phase Resistance (ohm)	Phase Inductance (mH)	Holding Torque (N.cm Min)	Detent Torque (N.cm Max)	Rotor Inertia (g.cm²)	Lead Wire (No.)	Motor Weight (g)
17HS2408	1.8	28	0.6	8	10	12	1.6	34	4	150
17HS3401	1.8	34	1.3	2.4	2.8	28	1.6	34	4	220
17HS3410	1.8	34	1.7	1.2	1.8	28	1.6	34	4	220
17HS3430	1.8	34	0.4	30	35	28	1.6	34	4	220
17HS3630	1.8	34	0.4	30	18	21	1.6	34	6	220
17HS3616	1.8	34	0.16	75	40	14	1.6	34	6	220
17HS4401	1.8	40	1.7	1.5	2.8	40	2.2	54	4	280
17HS4402	1.8	40	1.3	2.5	5.0	40	2.2	54	4	280
17HS4602	1.8	40	1.2	3.2	2.8	28	2.2	54	6	280
17HS4630	1.8	40	0.4	30	28	28	2.2	54	6	280
17HS8401	1.8	48	1.7	1.8	3.2	52	2.6	68	4	350
17HS8402	1.8	48	1.3	3.2	5.5	52	2.6	68	4	350
17HS8403	1.8	48	2.3	1.2	1.6	46	2.6	68	4	350
17HS8630	1.8	48	0.4	30	38	34	2.6	68	6	350

*Note: We can manufacture products according to customer's requirements.

Dimensions: unit=mm



Motor Length:

Model	Length
17HS2XXX	28 mm
17HS3XXX	34 mm
16HS4XXX	40 mm
16HS8XXX	48 mm

Gambar 4.26 *Datasheet* Motor *Stepper*

Hal yang perlu diperhatikan dari data tersebut adalah *Rated Current* yang nantinya akan menentukan tegangan yang diberikan pada motor *driver*. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah posisi A+, A-, B+, dan B- pada *port* motor *stepper* yang nantinya menentukan urutan kabel yang dihubungkan dengan *shield*.

Motor yang dipakai sebanyak 4 unit dan tiap-tiap unitnya membutuhkan program yang spesifik. Program motor *stepper* dapat dilihat pada gambar 4.27.

```
const int stepPin1 = 2; // Motor 1
const int dirPin1 = 5; // Motor 1
const int stepPin2 = 3; // Motor 2
const int dirPin2 = 6; // Motor 2
const int stepPin3 = 4; // Motor 3
const int dirPin3 = 7; // Motor 3
const int stepPin4 = 12; // Motor 4
const int dirPin4 = 13; // Motor 4
```

Gambar 4.27 Program Motor *Stepper*

Program *stepPin* berguna agar motor *stepper* dapat berputar dan *dirPin* berguna untuk menentukan arah putarannya.

4.6.2 Sistem Kelistrikan

Kelistrikan yang digunakan untuk menyuplai daya untuk motor, *shield*, *driver*, dan *joystick* adalah *Power Supply* (*PSU*) 12V 30A. *Datasheet* dari *PSU* tersebut dapat dilihat pada gambar 4.28.

12v 360w LED Power Supply

Model: 8PS120360DCU



Features:

1. Designed for 100% full loading
2. Universal AC input; Smooth-start
3. High transfer efficiency
4. Over-load, short-circuit protection
5. Compact size
6. 100% burn-in tested

Size: 215*115*50mm (L*W*H)

Output	DC voltage	12V
	Voltage tolerance	±1%
	Rated current	30A
	Current range	0~30A
	Rated power	360W
	Ripple&noise	120mvp-p
	DCvoltage ADJ.range	±10%
Input	Voltage range	90~132VAC/170~264VAC(selected by switch),235~373VDC
	frequency	47~63HZ
	AC current (max.)	6.5A/115V 4A/230VAC
	Efficiency	83%
	Inrush current	40A
	Leakage current	<3mA/240VAC
Protection	Overload, Shortcircuit	Rated output power 115%~135% start over load protection protection type: hiccup mode, auto-recovery after fault condition is removed
Environment	Working temp & humidity	-30°C~+60°C,20%~90%RH
	Storage temp & humidity	-60°C~+85°C,10%~95%RH non-condensing
	Withstand vibration	10~500HZ,2G 10min/1cycle,period for 60 minutes, each axes
Safety	Withstand voltage	I/P-O/P:1.5KVAC I/P-FG:1.5KVAC O/P-FG:0.5KVAC
	Isolated resistance	I/P-O/P,I/P-FG,O/P-FG:100M ohms/500VDC
Safety & EMC	Safety standard	EN61347-2-13
	EMC standard	refer to EN55022, CLASS B
Others	Dimension	215*115*50mm (L*W*H)
	Net Weight	970GR

Note 1: All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature.
Note 2: Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uf & 47uf parallel capacitor.
Note 3: Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation.

Gambar 4.28 *Datasheet PSU*

PSU tersebut saya pilih karena penggunaannya yang luas. Untuk voltase, 12V sesuai dengan voltase yang direkomendasikan untuk menjalankan 4 unit motor *stepper 17HS4401*. Tegangan yang direkomendasikan sebenarnya hanya 6A saja, namun tidak tersedia stok di toko saat saya membelinya. Selain itu, apabila tegangan lebih dari yang direkomendasikan itu tidak apa-apa karena tegangan dapat menyesuaikan dengan kebutuhan yang dipakai.

4.6.3 Pemilihan Dasar Rangkaian

Pada pemilihan dasar rangkaian, terdapat dua pilihan yaitu *CNC Shield V3* dan *Breadboard*. Pada perancangan ini, saya memutuskan untuk menggunakan *shield* dikarenakan proses pembuatannya yang lebih simpel karena sudah terdapat *pinout* untuk komponen yang dipakai, lebih ringkas, serta lebih aman untuk penggunaan 4 unit motor *stepper*.

4.6.4 Pemilihan Alat Kendali

Ada beberapa pilihan alat kendali seperti *joystick, toggle switch*, saklar, dll. Namun, yang cocok untuk komponen elektrik yang dipilih hanyalah *joystick*. Kriteria yang harus terpenuhi dalam memilih alat kendali adalah dapat menggerakkan 4 motor secara bersamaan serta dapat bergerak dan berhenti sesuai dengan keinginan. *Pin-out* yang cocok untuk dipakai di *shield* hanya *joystick*. Oleh karena itu, paduan yang cocok adalah memakai *arduino* dan *shield* dipadukan dengan *joystick*.

Program *joystick* dapat dilihat pada gambar 4.29.

```
int vrx = A0;
int vrx_data = 0;
int x = 0;

void setup() {
 Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  joystick();
}
void joystick(){
  vrx_data = analogRead(vrx);
  Serial.print("Vrx:");
  Serial.println(vrx_data);
}
```

Gambar 4.29 Program *Joystick*

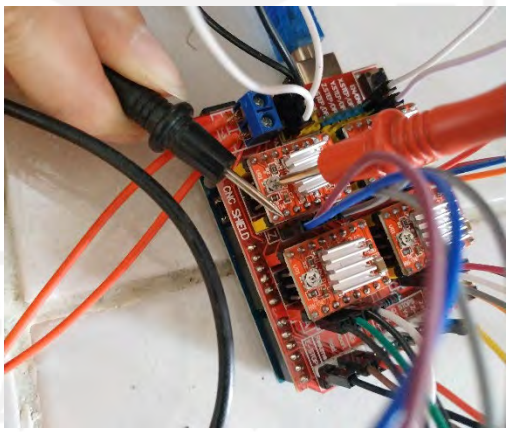
4.6.5 Penyesuaian Tegangan Motor *Driver*

Penyesuaian tegangan dilakukan dengan menggunakan Multimeter. Pertama, atur parameter multimeter sehingga didapat seperti pada gambar 4.30.



Gambar 4.30 Parameter Multimeter

Lalu, hubungkan Multimeter dengan motor *driver* dengan cara seperti pada gambar 4.31 (pastikan *arduino* terhubung pada laptop/*powerbank*).



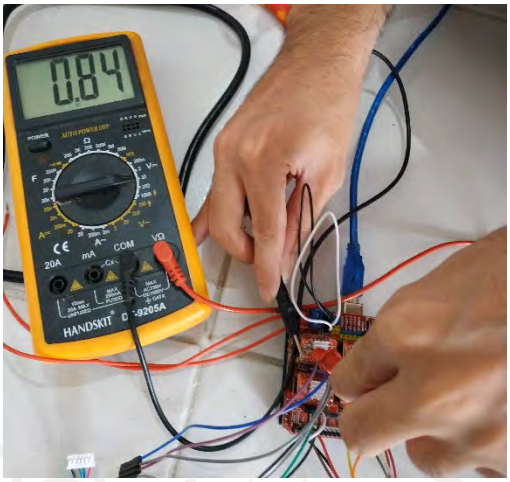
Gambar 4.31 Cara *Setting Driver*

Dengan diketahuinya *Rated Current* yang dibutuhkan oleh motor *stepper 17HS4401* adalah 1.7A, maka dapat diketahui pula voltase yang dibutuhkan.

$$Vref = \frac{Rated\ Current}{2}$$

$$Vref = \frac{1.7A}{2} = 0.85V$$

Putar baut yang ada sehingga didapatkan angka kurang lebih 0.85 seperti pada gambar 4.32.

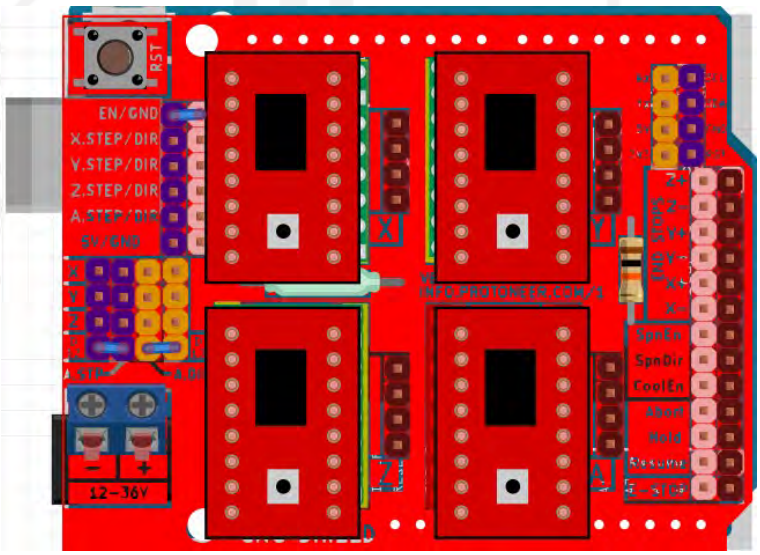


Gambar 4.32 Hasil *Setting Driver*

Angka yang didapat tidak harus pas 0.85 namun cukup mendekati saja agar proses perputaran motor tidak terganggu. Voltase dapat sewaktu-waktu berkurang seiring dengan pemakaian, maka perlu dilakukan penyesuaian voltase secara berkala. Atur ulang voltase saat perbedaannya dengan voltase rekomendasinya mencapai 0.05V.

4.6.6 Skema Komponen Elektrik

Pertama, tancapkan *shield* pada *arduino* dan motor *driver* pada *shield* seperti pada gambar 4.33.

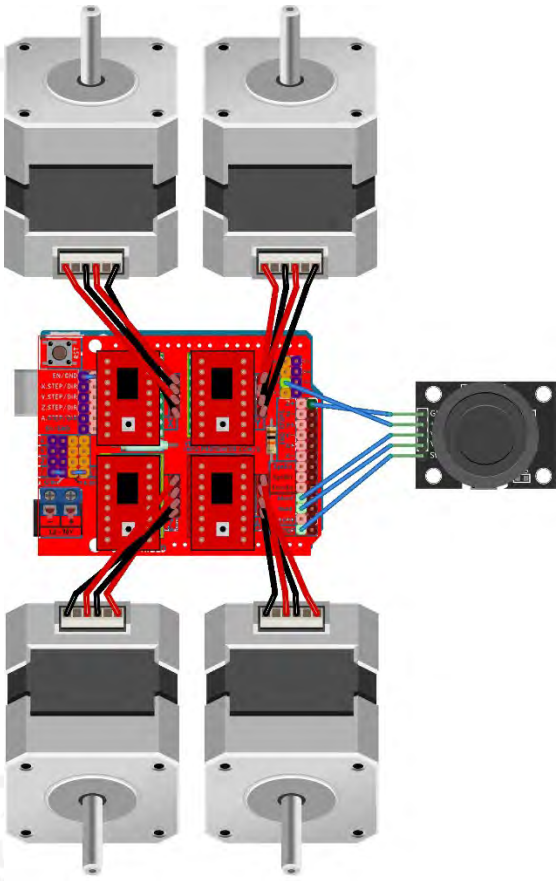


Gambar 4.33 *Arduino, Shield,* dan Motor *Driver*

Warna biru pada bagian paling belakang adalah *arduino* yang tertancap sejajar dengan *shield*. 4 unit motor *driver* pun terpasang pada seluruh bagian X, Y,

Z, dan A. Seperti pada bagian kiri *shield* di gambar, sambungkan *EN* dengan *GND*, *D12*, dan juga *D13*. *EN* dan *GND* dihubungkan agar *power* pada *shield* otomatis tersalurkan sehingga tidak diperlukan program tambahan. *D12* dan *D13* disambungkan agar bagian A pada *shield* dapat bekerja dan keseluruhan motor yang dapat dikontrol menjadi 4 unit.

Setelah seluruh komponen elektrik ditentukan dan diatur sedemikian rupa, hubungan antar komponen tersebut digambarkan pada gambar 4.34.



Gambar 4.34 Skema Komponen Elektrik

Sambungkan pula + dan – 12V dari *PSU* pada sumber power *shield*. Untuk sumber *power* pada *arduino*, sambungkan dengan laptop atau *powerbank*.

4.7 Pembuatan Program

Pembuatan program merupakan hal yang cukup rumit dikarenakan ada banyak sekali percobaan yang penulis lakukan sebelum menemukan program yang sesuai dengan yang dibutuhkan. Pada *input arduino*, dimasukkan *stepPin1* dan *dirPin1* terhubung dengan motor pertama, *stepPin2* dan *dirPin2* terhubung dengan

motor kedua, *stepPin3* dan *dirPin3* terhubung dengan motor ketiga, dan *stepPin4* dan *dirPin4* terhubung dengan motor keempat. Terdapat pula program khusus untuk mengontrol *joystick*.

Pada saat *joystick* digerakkan keatas maupun kebawah, akan ada tampilan pada *Serial Monitor* yang menunjukkan *input* dari *joystick* kepada *arduino*. Gambar 4.35 merupakan tampilan *serial monitor* saat *joystick* digerakkan keatas dan gambar 4.36 merupakan tampilan *serial monitor* saat *joystick* digerakkan kebawah.



Gambar 4.35 *Serial Monitor* Saat Naik



Gambar 4.36 *Serial Monitor* Saat Turun

Dengan *input* sedemikian rupa, dibuatlah program khusus untuk mengontrol empat motor *stepper* yang dapat dilihat pada gambar 4.37.



```
const int stepPin1 = 2; // Motor 1
const int dirPin1 = 5; // Motor 1
const int stepPin2 = 3; // Motor 2
const int dirPin2 = 6; // Motor 2
const int stepPin3 = 4; // Motor 3
const int dirPin3 = 7; // Motor 3
const int stepPin4 = 12; // Motor 4
const int dirPin4 = 13; // Motor 4

int vrx = A0; // Program Joystick
int vrx_data = 0;
int x = 0;

void setup() {
 Serial.begin(9600);
 pinMode(stepPin1,OUTPUT);
 pinMode(dirPin1,OUTPUT);
 pinMode(stepPin2,OUTPUT);
 pinMode(dirPin2,OUTPUT);
 pinMode(stepPin3,OUTPUT);
 pinMode(dirPin3,OUTPUT);
 pinMode(stepPin4,OUTPUT);
 pinMode(dirPin4,OUTPUT);
 pinMode(vrx, INPUT);
}

void loop() {
  joystick();
}
```

```
void loop() {
  joystick();
}

void joystick(){
  vrx_data = analogRead(vrx);
  Serial.print("Vrx:");
  Serial.println(vrx_data);

  if ((vrx_data > 490)&&(vrx_data < 510)){ // Diam
    ;
  }

  if (vrx_data > 700){ //Turun
    digitalWrite(dirPin1,HIGH);
    digitalWrite(dirPin2,HIGH);
    digitalWrite(dirPin3,HIGH);
    digitalWrite(dirPin4,HIGH);
    x = x + 1;
    digitalWrite(stepPin1,HIGH);
    digitalWrite(stepPin2,HIGH);
    digitalWrite(stepPin3,HIGH);
    digitalWrite(stepPin4,HIGH);
    delayMicroseconds(500);
    digitalWrite(stepPin1,LOW);
    digitalWrite(stepPin2,LOW);
    digitalWrite(stepPin3,LOW);
    digitalWrite(stepPin4,LOW);
    delayMicroseconds(500);
```

```
if (vrx_data < 300){ //Naik
  digitalWrite(dirPin1,LOW);
  digitalWrite(dirPin2,LOW);
  digitalWrite(dirPin3,LOW);
  digitalWrite(dirPin4,LOW);
  x = x - 1;
  digitalWrite(stepPin1,HIGH);
  digitalWrite(stepPin2,HIGH);
  digitalWrite(stepPin3,HIGH);
  digitalWrite(stepPin4,HIGH);
  delayMicroseconds(500);
  digitalWrite(stepPin1,LOW);
  digitalWrite(stepPin2,LOW);
  digitalWrite(stepPin3,LOW);
  digitalWrite(stepPin4,LOW);
  delayMicroseconds(500);
  }
}
```

Gambar 4.37 Program *Arduino*

Setelah program dibuat, *upload* program tersebut ke *arduino* dengan terlebih dahulu memasang kabel *arduino* yang menghubungkan laptop dengan *arduino*. Tulisan lengkap program tersebut akan ditulis pada bagian lampiran.

4.8 Pemasangan Kover dan Komponen Elektrik

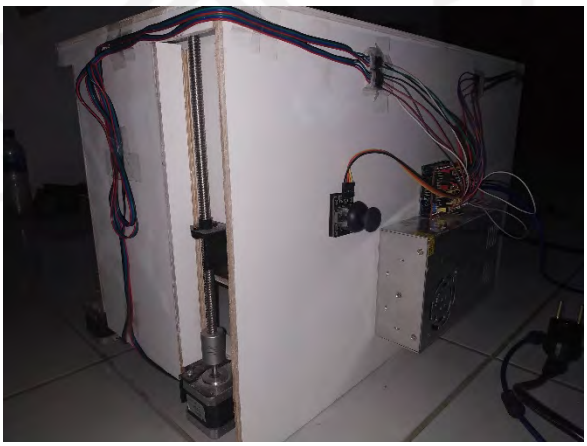
Kover yang digunakan untuk melapisi rangka adalah triplek *Multiplek*. Ketebalan yang dipakai adalah 5mm dan 9mm dimana 5mm melapisi hampir seluruh bagian sedangkan 9mm hanya melapisi bagian belakang *Sofa Bed*. Alasan bagian belakang menggunakan tebal 9mm adalah agar lebih kuat untuk menahan beban sistem elektrik yang ditaruh secara vertikal dan menempel pada kayu. Pemasangan triplek pada rangka menggunakan lem *fox* yang dihubungkan langsung dengan rangka. Hasil akhir pemasangan triplek pada rangka dapat dilihat pada gambar 4.38.



Gambar 4.38 Rangka Setelah Dipasang Kover

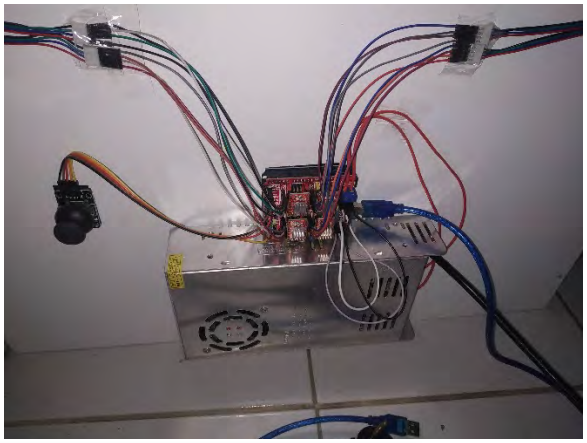
Proses pemasangan *PSU* pada bagian belakang *sofa bed* menggunakan baut agar kuat dikarenakan *PSU* tersebut lumayan berat. Sedangkan untuk *arduino* hanya menggunakan lem *double side tape* sehingga dapat menempel namun tetap fleksibel bilamana sewaktu-waktu ada kabel yang copot/*error*. Agar terlihat lebih rapi, kabel diberi selotip pada titik-titik yang menjuntai.

Hasil akhir alat dimana seluruh komponen elektrik telah dipasang pada *sofa bed* dapat dilihat pada gambar 4.39.



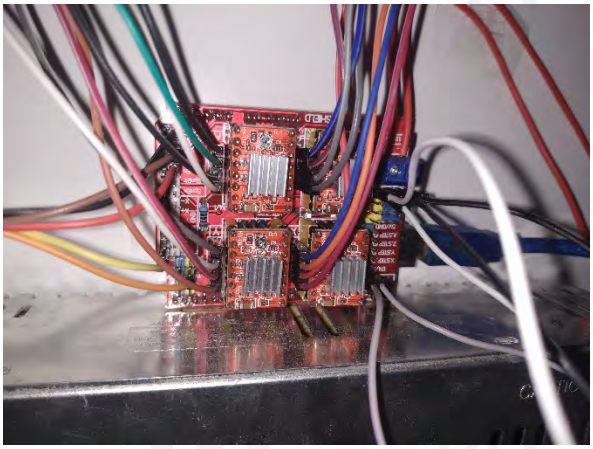
Gambar 4.39 *Layout* Komponen Elektrik

Tampak lebih dekat pada susunan komponen serta mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 4.40.



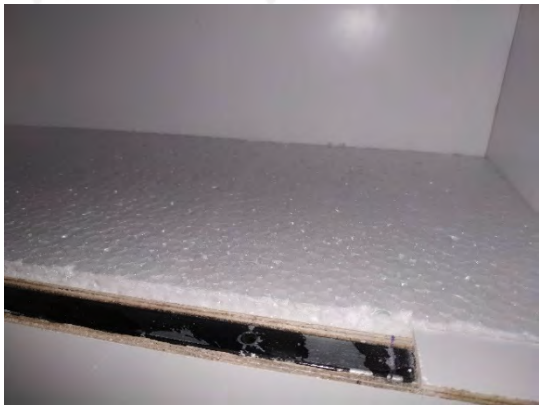
Gambar 4.40 *PSU, Arduino,* dan *Joystick*

Gambar 4.41 adalah tampak dekat susunan kabel.



Gambar 4.41 Pengkabelan *CNC Shield*

Setelah seluruh bagian terpasang, langkah terakhir adalah pemasangan *styrofoam* pada rangka bagian kasur. Ukuran *styrofoam* yang dipasang adalah 210 x 460mm agar pas dengan rangka. Lakukan pemasangan pada kasur dan bagian atas dan bawah agar menyerupai desain yang diharapkan. Gambar setelah *styrofoam* dipasang dapat dilihat pada gambar 4.42.



Gambar 4.42 *Styrofoam* Pada *Sofa Bed*

4.9 Hasil Pengujian

Ada 2 pengujian yang dilakukan pada penelitian ini dan akan dijelaskan pada sub-bab berikut.

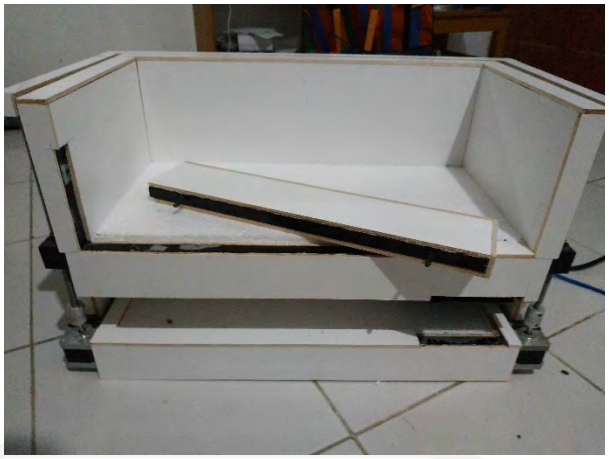
4.9.1 Analisis Fitur Transformasi

Pengujian yang dilakukan adalah proses perubahan dari bentuk sofa menjadi bentuk kasur tingkat dengan kontrol menggunakan *joystick* yang terdapat pada bagian belakang *sofa bed.* Gambar 4.43 merupakan *sofa bed* saat dalam bentuk sofa.



Gambar 4.43 Posisi Awal *Sofa Bed*

Selanjutnya sofa akan bertransformasi menjadi tempat tidur tingkat. Langkah pertama yang dilakukan adalah memasang pagar penahan. Gambar 4.44 merupakan gambar sebelum pagar dipasang dan gambar 4.45 merupakan gambar setelah pagar dipasang.



Gambar 4.44 *Sofa Bed* Sebelum Pagar Dipasang



Gambar 4.45 *Sofa Bed* Setelah Pagar Dipasang

Langkah selanjutnya, pastikan kabel *PSU* terhubung pada stopkontak dan kabel *arduino* terhubung dengan laptop/*powerbank*. Lalu, gerakkan *joystick* kearah atas dan otomatis sofa akan bertransformasi menjadi tempat tidur tingkat. Gambar 4.46 merupakan *sofa bed* saat sudah menjadi kasur tingkat dan gambar 4.47 merupakan posisi akhir saat tangga sudah diturunkan dan proses transformasi selesai dan tempat tidur siap digunakan.



Gambar 4.46 *Sofa Bed* Sebelum Tangga Diturunkan



Gambar 4.47 Posisi Akhir *Sofa Bed*

4.10 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, mekanisme yang diusung telah dapat mentransformasikan *sofa bed* sesuai dengan keinginan. Komponen elektrik yang dipakai pun dapat bekerja sesuai dengan program yang diberikan. Hasil dari pembuatan desain pun sudah menunjukkan hasil yang memuaskan karena seluruh analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa rangka tersebut kuat.

Namun, tentu ada kendala yang ditemukan pada penelitian ini. Kendala yang pertama adalah kendala dalam menampilkan aspek visual. Visual dari dari model yang dibuat berbeda dari desain yang diharapkan dikarenakan dimensi dari rangka yang dipakai dengan rangka pada desain berbeda sehingga saat proses pemasangan kover bagian sistem motor masih terlihat dari luar.

Kendala yang kedua adalah suara yang cukup nyaring karena adanya getaran dikarenakan hubungan antara batang ulir dengan rangka akibat perputaran motor *stepper* yang menghasilkan getaran yang cukup kencang. Solusi yang dilakukan adalah menambah peredam *double side tape* pada rongga antara motor dengan rangka dan penambahan lem yang cukup tebal pada rongga penghubung batang ulir bagian atas dengan rangka. Suara yang terdengar sedikit berkurang namun masih cukup nyaring dikarenakan masih terdapat rongga pada bagian koneksi *nut* dengan batang ulir yang dimana tidak dapat diredam karena apabila diberi peredam dapat menghambat pergerakan *sofa bed*.

Kendala lainnya yang terjadi adalah beban kasur atas yang langsung menekan motor mempengaruhi kecepatan rotasi dari motor tersebut. Oleh karena itu, solusi dari penulis adalah ditambahkannya *mounted ball bearing* pada tiap ujung-ujung dari batang ulir seperti pada gambar 4.48.



Gambar 4.48 Solusi Penambahan *Mounted Ball Bearing*

Dengan penambahan *mounted ball bearing* tersebut, motor *stepper* tidak menerima beban dari kasur atas sehingga kekuatan dan kecepatan rotasi dari motor *stepper* tersebut tidak terganggu. Selain itu, getaran yang dihasilkan oleh motor tersebut tidak secara langsung mempengaruhi batang ulir sehingga getaran yang dihasilkan oleh motor tidak tersalurkan ke seluruh bagian rangka sehingga suara nyaring yang timbul dapat diminimalisir atau bahkan hilang.

Dalam pembuatan produk riil, diperlukan penggantian motor menjadi yang lebih besar dan kuat. Pada gambar 4.24 diketahui bahwa *Detent Torque* dari motor *stepper Nema 17 17HS4401* adalah 2.2 dan bekerja cukup baik dan tidak berlebihan. Oleh karena itu, untuk pembuatan dengan skala 1:1 motor yang direkomendasikan agar aman adalah yang memiliki *Detent Torqu*e berkisar 8.8. Apabila terjadi pergantian motor, tentu komponen elektrik yang dipakai ada yang perlu diubah. Hal yang pasti berubah apabila motor diganti dengan yang lebih besar adalah *motor driver*. Untuk tiap-tiap motor memiliki *Vref* yang spesifik sehingga perlu diatur ulang agar motor dapat bekerja dengan lancar. Selain itu, perlunya penyesuaian ukuran rangka dan sistem motor seperti batang ulir, *nut*, dan *flexible coupling* agar beban yang dapat ditahan lebih besar.

BAB 5
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini, terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil antara lain:

1. Dari pengujian didapatkan bahwa model dapat bertransformasi dari sofa menjadi tempat tidur dan sebaliknya sehingga seluruh proses yang dilakukan telah berjalan sesuai dengan keinginan.
2. Kendala yang terjadi adalah visual model *sofa bed* yang tidak bisa dibuat sesuai dengan desain yang dibuat, adanya getaran yang cukup kuat pada saat motor *stepper* berputar sehingga getaran tersebut menghasilkan suara yang cukup nyaring, serta motor *stepper* yang menerima beban rangka atas sehingga mempengaruhi kecepatan rotasi. Perlunya pergantian motor *stepper* dengan *Detent Torque* berkisar 8.8 dan pengaturan ulang komponen elektrik sesuai dengan kebutuhan motor serta penyesuaian ukuran rangka dan sistem motor.

5.2 Saran untuk Penelitian Selanjutnya

Masih ada banyak hal yang dapat dikembangkan pada penelitian ini, namun karena keterbatasan waktu dan dana maka tidak dapat dilaksanakan. Saran penulis untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Produk dibuat dengan menggunakan skala 1:1 sehingga hasil yang didapat dan pengujiannya lebih nyata.
2. Cek ketersediaan bahan dalam pembuatan desain terhadap komponen yang ada di bengkel agar saat produk dibuat tidak ada kendala dalam penampilan aspek visual.
3. Penambahan *mounted ball bearing* pada tiap ujung batang ulir agar motor *stepper* tidak menerima beban dari kasur atas.
4. Diberikan tempat khusus untuk menaruh komponen elektrik agar tidak riskan.

DAFTAR PUSTAKA

Aan Darmawan, R. E. (2017). Basic Arduino Programming Training For High School Students. *The Spirit Of Society*, 9.

Artanto. (2012). *Aplikasi Mikrokontroler ATMega8535 dan ATMega16.* Yogyakarta: ANDI.

Aslamia, S. (2015). *Robot Pendeteksi Manusia sebagai Sistem Keamanan Ruangan Menggunakan Sensor Pir dengan Media Komunikasi XBee Berbasis Arduino Leonardo.* Palembang: PNS.

Fahad, E. (2020, April 6). *Advance Projects*. Diambil kembali dari electroniclinic: https://www.electroniclinic.com/arduino-cnc-shield-v3-0-and-a4988-hybrid-stepper-motor-driver-joystick/

Harsokoesoemo, H. D. (2004). *Pengantar Perancangan Teknik.* Bandung: ITB.

Kayne, J. (2018, April 25). *Project Hub*. Diambil kembali dari Arduino: https://create.arduino.cc/projecthub/JonJonKayne/arduino-midi-stepper-synth-d291ae

Pratama, A. D. (2017). *Kontroler Lengan Robot Menggunakan Motor Servo dan Motor Stepper dengan Masukan 3 Axis.* Yogyakarta: USD.

Putra, W. (2011). *Sistem Kendali Motor Stepper Sebagai Penggerak Horizontal dan Vertikal.*

Sridadi, B. (2009). *Pemodelan dan Simulasi Sistem.* Bandung: Informatika.

Wicaksono, S. R. (2011). *Konsep Dasar Rekayasa Perangkat Lunak.* Jakarta: Prestasi Pustaka.

Yakub. (2012). *Pengantar Sistem Informasi.* Yogyakarta: Graha Ilmu.

LAMPIRAN

- **Program *Arduino***

```
const int stepPin1 = 2; // Motor 1
const int dirPin1 = 5; // Motor 1
const int stepPin2 = 3; // Motor 2
const int dirPin2 = 6; // Motor 2
const int stepPin3 = 4; // Motor 3
const int dirPin3 = 7; // Motor 3
const int stepPin4 = 12; // Motor 4
const int dirPin4 = 13; // Motor 4

int vrx = A0; // Program Joystick
int vrx_data = 0;
int x = 0;

void setup() {
 Serial.begin(9600);
 pinMode(stepPin1,OUTPUT);
 pinMode(dirPin1,OUTPUT);
 pinMode(stepPin2,OUTPUT);
 pinMode(dirPin2,OUTPUT);
 pinMode(stepPin3,OUTPUT);
 pinMode(dirPin3,OUTPUT);
 pinMode(stepPin4,OUTPUT);
 pinMode(dirPin4,OUTPUT);
 pinMode(vrx, INPUT);
}

void loop() {
  joystick();
}
```

```
void joystick(){
  vrx_data = analogRead(vrx);
  Serial.print("Vrx:");
  Serial.println(vrx_data);

  if ((vrx_data > 490)&&(vrx_data < 510)){ // Diam
    ;
  }

  if (vrx_data > 700){ //Turun
    digitalWrite(dirPin1,HIGH);
    digitalWrite(dirPin2,HIGH);
    digitalWrite(dirPin3,HIGH);
    digitalWrite(dirPin4,HIGH);
    x = x + 1;
    digitalWrite(stepPin1,HIGH);
    digitalWrite(stepPin2,HIGH);
    digitalWrite(stepPin3,HIGH);
    digitalWrite(stepPin4,HIGH);
    delayMicroseconds(500);
    digitalWrite(stepPin1,LOW);
    digitalWrite(stepPin2,LOW);
    digitalWrite(stepPin3,LOW);
    digitalWrite(stepPin4,LOW);
    delayMicroseconds(500);
    }

  if (vrx_data < 300){ //Naik
    digitalWrite(dirPin1,LOW);
    digitalWrite(dirPin2,LOW);
    digitalWrite(dirPin3,LOW);
```

```
    digitalWrite(dirPin4,LOW);
    x = x - 1;
    digitalWrite(stepPin1,HIGH);
    digitalWrite(stepPin2,HIGH);
    digitalWrite(stepPin3,HIGH);
    digitalWrite(stepPin4,HIGH);
    delayMicroseconds(500);
    digitalWrite(stepPin1,LOW);
    digitalWrite(stepPin2,LOW);
    digitalWrite(stepPin3,LOW);
    digitalWrite(stepPin4,LOW);
    delayMicroseconds(500);
    }
}
```