

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi semakin berkembang pesat seiring berjalannya waktu. Teknologi saat ini berkembang dengan arah untuk memudahkan manusia dalam melakukan aktifitas. Salah satu hasil perkembangan teknologi yang banyak digunakan adalah teknologi robotika atau robot. Robot adalah sebuah alat otomatis yang diciptakan untuk menggantikan atau membantu berbagai fungsi yang dilakukan oleh manusia. Robot berasal dari kata dalam bahasa Ceko, yaitu *robota* yang mempunyai arti pekerja. Umumnya suatu robot memiliki fungsi gerak dengan dibantu dengan fungsi kecerdasan yang dapat mengerjakan tugas fisik didalamnya yang tetap dalam kontrol manusia (Lubis, 2018).

Teknologi otomatisasi robotika sudah banyak diterapkan di berbagai belahan dunia dan berbagai bidang kehidupan salah satunya industri. *International Federation of Robotics* (IFR) menjabarkan bahwa instalasi robot industri tahun 2020 bertambah 383545 unit dengan rata rata kepadatan robot industri yaitu 126 robot per 10000 pekerja. Rata rata kepadatan penggunaan robot industri di Asia bertambah 18% sejak tahun 2015 dengan 134 unit per 10000 pegawai di tahun 2020. Di Eropa kepadatan robot industri bertambah 6% sejak tahun 2015 dengan 123 unit per 10000 pekerja di tahun 2020. Kepadatan robot industri di Amerika bertambah 9% sejak tahun 2015 dengan 111 unit per 10000 pekerja (International Federation of Robotics, 2021).

Penggunaan teknologi robotik dalam dunia industri tidak lepas dari adanya peningkatan kegiatan perindustrian. Penggunaan alat seperti robot dapat meningkatkan produktivitas industri karena memiliki keunggulan seperti dapat bekerja sesuai dengan pemrograman secara berulang ulang dan tidak mudah lelah (Caysar, 2014). Robot industri dapat bermacam macam kegunaan dalam kegiatan industri contohnya seperti mengangkat atau memindahkan barang.

Robot sendiri terdiri dari banyak jenis. Salah satu diantaranya adalah robot manipulator. Robot manipulator juga merupakan salah satu jenis robot yang umum digunakan dalam dunia industri. Robot manipulator sering disebut sebagai robot tangan karena memiliki bentuk dan fungsi sebagai tangan manusia. Robot ini hanya

memiliki satu tangan seperti tangan manusia yang fungsinya untuk memindahkan benda (Lubis, 2018). Komponen dasar robot manipulator yaitu lengan robot (*arm*), *end effector*, dan *wrist* (Tamami, 2020).

Lengan robot atau yang biasa disebut dengan *arm* merupakan salah satu komponen utama dari robot manipulator yang berfungsi sebagai dudukan utama suatu struktur robot manipulator. Lengan robot manipulator didesain sedemikian rupa menyesuaikan dengan kebutuhannya terutama strukturnya. Penelitian yang dilakukan oleh Angin Despaleri (2018) berjudul “*Perancangan Robot Lengan Pemindah Barang Berdasarkan Jarak*” ini mendesain dan merancang suatu robot manipulator untuk memindahkan benda dengan berat beban yang sudah ditentukan pada jarak yang dipindahkan juga sudah ditentukan. Struktur lengan robot terdiri dari bagian dasar, bagian bahu, siku, pergelangan tangan, dan pencengkaman (Angin et al., 2018).

Al Fatah (2020) melakukan penelitian dengan judul “*Optimasi Desain Lengan Ringan Robot Manipulator Kapasitas 1,25 Kgf Menggunakan Metode Finite Element*”. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan desain yang optimal dan hemat energi dari lengan robot manipulator yang divariasikan bentuk lengannya. Dari hasil simulasi tegangan dengan metode *finite element* didapatkan lengan robot varian ARM-1 desain lengan robot yang optimal dengan pengurangan bobot 45,8% dan mencapai faktor keamanan optimal. Penelitian ini juga membuat desain komponen penyusun lengan robot seperti motor servo penggerak, roda gigi, poros, dan komponen lainnya. Pada penelitian ini momen gaya atau torsi saat perhitungan awal sebesar 12512 Nmm pada sumbu Y dan 2,788 Nmm pada sumbu Z serta momen gaya atau torsi setelah pembebanan pada sumbu Y sebesar 14039,9 Nmm dan pada sumbu Z sebesar 11,152 Nmm. Torsi yang dihasilkan pembebanan cukup besar dan jauh melebihi dari perhitungan awal.

Penelitian yang dilakukan oleh (Fahim & Fernandez, 1988) mengemukakan bahwa penambahan pemberat aktif pada robot manipulator ASEA IRB dapat meningkatkan performa pada robot manipulator. Penambahan torsi tambahan dari pemberat pada suatu *joint* dapat mengurangi kebutuhan torsi motor yang diperlukan sekaligus dapat membuat robot manipulator mengangkat muatan yang lebih

banyak. Kapasitas beban muatan dapat meningkat 20% dari dampak adanya pengurangan torsi cukup signifikan saat ditambahkan pemberat.

Untuk membuat suatu desain struktur robot yang dapat mengangkut muatan sesuai dengan yang diperkirakan diperlukan juga suatu analisis yang berfungsi menguji bagaimana kondisi struktur saat mengangkut muatan. Kurebwa & Mushiri (2018) melakukan penelitian tentang desain struktur, optimasi, dan analisis robot lengan dengan menggunakan metode finite element (FEA). Struktur robot lengan seperti rangka lengan dilakukan uji *stress analysis* dengan pengujian statis menggunakan perangkat lunak *Autodesk Inventor*. Hasil yang didapatkan dari pengujian dengan memasukan gaya dan torsi sesuai perhitungan awal adalah tegangan *Von Mises*, perpindahan partikel maksimum (*maximum displacement*), dan nilai *safety factor* minimal. Penelitian yang dilakukan keduanya menghasilkan struktur lengan robot yang memiliki nilai *safety factor* minimal 2,27 pada *link 6*. Kemudian pada tesis yang disusun oleh Reddy & Eranki (2016) yaitu membuat suatu desain dan struktur analisis robot lengan dengan material aluminium dimana analisis struktur menggunakan metode finite element (FEA) dengan perangkat lunak *Autodesk Inventor*. Nilai *safety factor* yang ditetapkan sanggup bekerja untuk waktu yang lama tanpa kegagalan pada tesis ini adalah sebesar $SF \geq 3$, dimana nilai yang minimum yang diperoleh yaitu 3,1 pada *part 4* (Reddy & Eranki, 2016:78-81). Hasil analisis tegangan dari perangkat lunak *Autodesk Inventor*, tak terkecuali nilai *safety factor* inilah dapat dijadikan patokan kondisi struktur ketika mengangkut muatan yang nantinya dapat dilanjutkan untuk parameter saat pembuatan struktur lengan robot.

Suatu struktur robot manipulator yang telah dibuat sesuai dengan parameter desain harus diperhatikan juga bagaimana kinerja saat robot tersebut bekerja. Diperlukan adanya pengujian kinerja untuk memahami kondisi struktur robot yang telah dibuat. Penelitian yang dilakukan oleh Arisandi (Arisandi et al., 2020) yaitu “*Rancang Bangun Robot Lengan Pemindah Barang Menggunakan Metode Inverse Kinematic Berbasis Android*” membuat rancang bangun suatu struktur lengan robot manipulator 3 DOF dengan melakukan 3 macam pengujian kinerja robot. Pengujian kinerja robot antara lain uji waktu tempuh, uji ketepatan waktu, uji kerja robot, dan uji kekuatan lengan robot untuk mengangkat benda. Struktur robot yang dihasilkan

setelah dilakukan pembuatan yaitu menghasilkan waktu tempuh 8-9 detik untuk memindahkan benda dan robot dapat mengangkat beban 70 gram dengan tingkat kegagalan 1,98% (Arisandi et al., 2020).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka akan diadakan penelitian untuk merancang dan mendesain struktur lengan robot manipulator kapasitas 1,25 kgf dengan 5 derajat kebebasan (5 DOF) dengan 3 DOF pada lengan dan sisanya terdapat *end-effector*. Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan (Al Fatah, 2020), penelitian ini akan mengimprovisasi desain struktur lengan dan desain komponen robot manipulator seperti rangka, motor servo penggerak, poros, roda gigi, bantalan dan pemberat serta melakukan penghitungan pembebanan dan analisa tegangan sebelum dilakukan pembuatan prototip. Setelah pembuatan prototip dilakukan uji kinerja agar struktur lengan robot dapat diproduksi secara lebih baik dan robot bekerja secara lebih optimal tanpa adanya masalah pada struktur lengan robot.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan penjabaran latar belakang yang telah dikemukakan, dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Desain suatu struktur lengan robot manipulator untuk memindahkan atau mengangkat benda dengan komponen penyusunnya.
2. Desain struktur lengan robot manipulator pada penelitian sebelumnya didesain tanpa menggunakan tambahan pemberat, sehingga angka torsi desain utuh yang dilakukan pembebanan melebihi dari angka torsi desain permulaan yang mempengaruhi kerja lengan robot maka penulis melakukan perhitungan ulang desain struktur lengan robot dengan tambahan pemberat.
3. Simulasi *analysis stress* menggunakan *software Autodesk Inventor* untuk mengetahui kekuatan desain komponen lengan robot manipulator.
4. Pembuatan desain dan uji kinerja struktur lengan robot manipulator dengan pemberat.

1.3. Pembatasan Masalah

Untuk memudahkan penelitian agar tidak terjadi pelebaran masalah, maka penulis membatasi masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini membahas perhitungan desain struktur lengan robot manipulator dan komponen penyusunnya (rangka, motor servo, roda gigi, poros, dan pemberat) dengan beban yang diangkut sebesar 1,25 kgf, memiliki 3 *Degrees of Freedom* (DOF), serta memiliki panjang *link 1* = 300 mm, *link 2* = 250 mm, *link 3* = 190 mm, *end effector* = 240 mm, dan *link pemberat* = 182,5 mm.
2. Beban pemberat ditetapkan yaitu 3,6 kgf.
3. Analisis *stress* desain struktur rangka lengan robot manipulator dalam keadaan statis menggunakan *software Autodesk Inventor* dengan nilai *Safety factor* minimum yaitu $SF \geq 3$.
4. Pembuatan struktur lengan robot manipulator mengikuti hasil perhitungan desain sudah dilakukan dan dilakukan uji kinerja.

1.4. Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat dilihat dari latar belakang dan identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana desain struktur lengan dan komponen penyusun lengan robot manipulator untuk memindahkan beban 1,25 kgf?
2. Bagaimana selisih pembebanan struktur lengan robot antara sebelum dan sesudah ditambahkan pemberat?
3. Bagaimana hasil kekuatan desain komponen struktur lengan robot manipulator berdasarkan nilai *safety factor*?
4. Bagaimana pembuatan desain struktur lengan robot manipulator serta uji kinerja lengan robot?

1.5. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan desain struktur lengan dan komponen penyusun lengan robot manipulator untuk memindahkan beban 1,25 kgf.
2. Mendapatkan hasil selisih perhitungan pembebanan struktur lengan robot antara sebelum dan sesudah ditambahkan pemberat.

3. Mendapatkan hasil kekuatan desain komponen struktur lengan robot manipulator berdasarkan nilai *safety factor*.
4. Membuat struktur lengan robot manipulator serta melakukan uji kinerja.

1.6. Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai pengetahuan yang sangat bermanfaat serta menjadi referensi untuk pengembangan penelitian yang akan dilakukan di masa mendatang.
2. Meningkatkan kreatifitas mahasiswa menggunakan perangkat lunak berbasis 2D pada Autodesk AutoCAD serta perangkat lunak berbasis 3D pada Autodesk Inventor untuk merancang dan menganalisis produk yang diinginkan.
3. Pendidikan S1 pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin di Universitas Negeri Jakarta dapat terselesaikan.
4. Menjadi acuan untuk menambah ilmu dan kemampuan mahasiswa dalam perhitungan perancangan mata kuliah Merencana Mesin dan Elemen Mesin.
5. Mendapatkan hasil desain struktur lengan robot manipulator yang memenuhi *safety factor*.
6. Menghasilkan produk berupa struktur lengan robot manipulator yang sudah dilakukan pengujian.