

**PERANCANGAN AWAL ROBOT ULAT DAN
PEMBUATAN PROTOTIPE DENGAN
MENGUNAKAN 3D *PRINTER***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh:

Nama : Aditya Prakoso

NPM : 2013610139



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2017**



**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : Aditya Prakoso
NPM : 2013610139
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : PERANCANGAN AWAL ROBOT ULAT DAN
PEMBUATAN PROTOTIPE DENGAN MENGGUNAKAN
3D *PRINTER*

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, Januari 2017

Ketua Program Studi Teknik Industri

(Dr. Carles Sitompul)

Pembimbing Pertama

(Dr. Ir. Bagus Arthaya, M.Eng)

Pembimbing Kedua

(Hanky Fransiscus, S.T., M.T.)



Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan



Pernyataan Tidak Mencontek atau Melakukan Tindakan Plagiat

Saya, yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Aditya Prakoso

NPM : 2013610139

dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan judul :

**"PERANCANGAN AWAL ROBOT ULAT DAN PEMBUATAN PROTOTIPE
DENGAN MENGGUNAKAN 3D *PRINTER*"**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada saya.

Bandung, 4 Januari 2017

Aditya Prakoso
NPM : 2013610139

ABSTRAK

Tidak dapat dipungkiri bencana merupakan sesuatu yang sering terjadi di sekitar kita. Salah satu bencana alam yang paling mematikan di seluruh dunia adalah gempa bumi dan tsunami. Pada umumnya korban gempa bumi cedera atau bahkan meninggal akibat tertimpa runtuhnya objek atau bangunan. Proses pencarian korban yang tertimbun bangunan cukup lambat dilakukan karena perlu memindahkan terlebih dahulu objek atau bangunan yang berada di permukaan agar korban dapat ditemukan. Selain itu, tim penyelamat tidak mengetahui posisi korban secara pasti. Padahal korban harus mendapat pertolongan yang cepat agar dapat selamat. Akses dan kondisi lokasi bencana yang berbahaya sering menyebabkan proses pencarian korban menjadi terhambat. Saat ini dengan berkembangnya teknologi, *drone* mungkin dapat digunakan juga untuk mencari korban bencana. Namun, *drone* hanya dapat mencari korban yang berada di permukaan saja. Oleh karena itu dibutuhkan suatu alat untuk membantu proses pencarian korban bencana alam di dalam reruntuhan.

Dibuatlah sebuah robot untuk membantu proses pencarian korban bencana alam di dalam reruntuhan. Penelitian diawali dengan menentukan kebutuhan-kebutuhan yang dibutuhkan oleh robot pembantu proses pencarian korban bencana di dalam reruntuhan. Terdapat empat buah kebutuhan utama yang perlu dimiliki robot, yaitu dapat dikendalikan secara *wireless*, dapat membawa peralatan identifikasi korban seperti kamera dan *microphone*, berukuran cukup kecil untuk masuk ke dalam reruntuhan dan dapat bergerak cukup fleksibel di dalam reruntuhan. Setelah itu, ditentukan spesifikasi serta mekanisme yang dapat memenuhi kebutuhan-kebutuhan tersebut. Mekanisme yang dianggap memenuhi kebutuhan-kebutuhan tersebut adalah mekanisme pergerakan ulat.

Iterasi desain dilakukan untuk mengadopsi pergerakan ulat menjadi mekanisme pergerakan robot. Iterasi dimulai dengan membuat desain, membuat prototipe dan melakukan evaluasi terhadap desain tersebut. Prototipe dibuat dengan menggunakan teknik *rapid prototyping* atau *3D Printing*. Iterasi desain dilakukan sebanyak empat kali dan prototipe akhir yang dibuat terdiri dari lima buah modul dengan panjang sekitar 1000 mm, lebar 140 mm dan tinggi 120 mm.

ABSTRACT

It is undeniable that the disaster is something often happens around us. One of the most deadly natural disaster in the whole world is the earthquake and tsunami. In general, the victims of the earthquake got personal injury or even died because of the guilt of the collapse of the objects or buildings. The process of searching the victims which is buried in the building is quite slow because of the need to move the first object or building which is located on the surface so that the victim can be found. Beside that, the rescue team doesn't know the certainty of victim's location. However the victim must be helped quickly so that they can be saved. Access and the condition of the location that dangerous often causes the process of searching has become a sacrifice. Now days, with the development of technology, drone may also be used to search the victims of the disaster. However, drone can only be used to search the victims who are located in the surface. Therefore, it is needed a tool to assist in the searching for victims of natural disasters in ruins.

Robot to assist in the searching for victims of natural disaster in ruins is made. The research begins with determining the needs of which is needed by the robot of searching process aiding disaster victims in ruins. There are four main requirements that need to be owned by the robot, can be controlled by wireless, can bring the equipment identification of victims such as the camera and microphone, the sizes are small enough to enter into the ruins and can move flexible enough in ruins. After that, it defined the specifications and mechanism that can meet those needs. The mechanism that is considered to meet those needs is the mechanism of the movement of the worm.

The design iterations has done to adopt the movement of the worm mechanism robot movement. Iteration begins with the design, prototyping and evaluation the design. The prototype was made using the technique of rapid prototyping or 3D Printing. Design iterations has done as many as four times and the end of the prototype that is created consists of five module with the length around 1000 mm, wide 140 mm and high 120 mm.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya, pengerjaan laporan skripsi yang berjudul **“PERANCANGAN AWAL ROBOT ULAT DAN PEMBUATAN PROTOTIPE DENGAN MENGGUNAKAN 3D PRINTER”** dapat diselesaikan. Adapun penyusunan laporan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat akademik Fakultas Teknologi Industri Program Studi Teknik Industri, yakni guna mencapai gelar Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam kesempatan ini, penulis hendak mengucapkan rasa terima kasih pada pihak-pihak yang telah membimbing, memotivasi, mengarahkan, serta membantu penulis dalam penyusunan laporan kerja praktek ini, diantaranya:

1. Bapak Dr. Ir. Bagus Arthaya, M.Eng dan Bapak Hanky Fransiscus, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing dan memberikan masukan kepada penulis.
2. Bapak Marihot Nainggolan, S.T, M.T., M.S., Bapak Romy Loice, S.T., M.T. dan Bapak Sugih Sudharma Tjandra, S.T., M.Si. selaku dosen penguji yang telah menyediakan waktu dan tenaga untuk menguji dan memberikan masukan yang sangat berharga kepada penulis.
3. Ibu Catharina Badra Nawangpalupi, Ph.D. selaku dosen wali penulis yang memberikan motivasi dan semangat kepada penulis.
4. Thomas Wismoyo dan Roinaldo sebagai *partner* dalam dalam masa-masa sulit ketika menyelesaikan skripsi.
5. Keluarga penulis yang selalu memberikan doa, semangat, serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
6. Priska Pricilia sebagai teman yang selalu setia menemani, memberikan doa, semangat maupun masukan kepada penulis dalam pembuatan skripsi.
7. Christin Natalia Bintoro sebagai teman yang memberikan doa, masukan dan semangat kepada penulis serta rival seminar di tanggal 4 Januari 2017.

8. Para sahabat “Tuyul” yaitu Agustina Viani, Evadne, Fiona Meryla, Hasna Maulina, dan Nixon sebagai rekan-rekan sekelompok dan seperjuangan selama kuliah sampai akhirnya berhasil menyelesaikan skripsi.
9. Semua teman-teman seperjuangan skripsi yang saling mengingatkan, memberi informasi, menyemangati dan mendoakan satu sama lain sehingga dapat menyelesaikan skripsi tepat waktu.
10. Semua teman, kerabat, dan pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang turut mendukung dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Namun dalam penyusunan skripsi ini, penulis berusaha untuk menyusunnya dengan sebaik-baiknya. Besar harapan penulis agar penelitian skripsi ini dapat berguna bagi banyak pihak.

Bandung, 4 Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah	I-4
I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi.....	I-6
I.4 Tujuan Penelitian.....	I-6
I.5 Manfaat Penelitian.....	I-6
I.6 Metodologi Penelitian	I-7
I.7 Sistematika Penulisan	I-8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	I-1
II.1 Robot.....	II-1
II.1.1 Komponen Utama.....	II-1
II.1.2 <i>Biology Inspired Robot Design Approach</i>	II-2
II.1.3 Pergerakan Robot Melata	II-4
II.2 Teknik <i>Assembly</i>	II-5
II.3 Gaya.....	II-10
II.4 Momen	II-11
II.5 <i>Additive Manufacturing (AM) dan 3D Printing</i>	II-12
II.5.1 XYZware.....	II-13
BAB III PERANCANGAN DESAIN AWAL ROBOT	III-1
III.1 Identifikasi Kebutuhan	III-1
III.2 Penentuan Spesifikasi	III-3
III.3 Algoritma Pergerakan.....	III-7
III.4 Pembuatan Desain	III-9
III.4.1 Desain dan Evaluasi Iterasi Pertama	III-9

III.4.2	Desan dan Evaluasi Iterasi Kedua	III-20
III.4.3	Desan dan Evaluasi Iterasi Ketiga	III-33
III.4.4	Desain Iterasi Keempat.....	III-51
III.5	Pembuatan Protipe	III-56
III.6	Pengujian Prototipe	III-61
BAB IV	ANALISIS	IV-1
IV.1	Analisis Identifikasi Kebutuhan	IV-1
IV.2	Analisis Penentuan Mekanisme	IV-2
IV.3	Analisis Pembuatan Desain	IV-3
IV.4	Analisis Proses 3D <i>Printing</i>	IV-6
IV.5	Analisis Evaluasi Prototipe.....	IV-8
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
V.1	Kesimpulan	V-1
V.2	Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR TABEL

Tabel III.1 Rekapitulasi Kebutuhan	III-3
Tabel III.2 <i>Metric</i>	III-3

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Jumlah Kematian Akibat Bencana Alam di Seluruh Dunia Pada Tahun 2015	I-1
Gambar I.2 Contoh Kerusakan Akibat Gempa Bumi	I-3
Gambar I.3 Sumbu X, Y dan Z	I-5
Gambar I.4 Metodologi Penelitian	I-8
Gambar II.1 <i>Feedback Control System</i>	II-1
Gambar II.2 CEBOT Mark II	II-3
Gambar II.3 Gerakan <i>Pitch</i>	II-4
Gambar II.4 Gerakan <i>Yaw</i>	II-4
Gambar II.5 Gerakan <i>Roll</i>	II-5
Gambar II.6 Fitur yang Dapat Mempengaruhi <i>Part Handling</i>	II-6
Gambar II.7 Fitur Lain yang Dapat Mempengaruhi <i>Part Handling</i>	II-7
Gambar II.8 Kesalahan Geometri yang Membuat <i>Part Jam</i>	II-7
Gambar II.9 Adanya <i>Chamfer</i> Mempermudah Proses <i>Insertion</i>	II-8
Gambar II.10 Standarisasi <i>Part</i>	II-8
Gambar II.11 <i>Assembly</i> Berbentuk Piramida Satu Sumbu	II-8
Gambar II.12 Fitur <i>Self-Locating</i> untuk Mencegah <i> Holding-Down</i> dan <i>Alignment</i>	II-9
Gambar II.13 Desain untuk Membantu Proses <i>Insertion</i>	II-9
Gambar II.14 Metode <i>Fastening</i> yang Umum	II-9
Gambar II.15 Proses <i>Insertion</i> yang Membutuhkan Pemosisian Ulang	II-10
Gambar II.16 Ilustrasi Hukum Newton 3	II-11
Gambar II.17 Ilustrasi Perhitungan Momen	II-12
Gambar II.18 Klasifikasi <i>Additive Manufacturing</i> oleh Pham yang Sudah Dimodifikasi	II-13
Gambar II.19 Tampilan Awal XYZware	II-14
Gambar II.20 Tampilan Setelah Objek di- <i>Import</i>	II-14
Gambar II.21 Menu <i>View</i>	II-15
Gambar II.22 Menu <i>Move</i>	II-15
Gambar II.23 Menu <i>Rotate</i>	II-16

Gambar II.24 Objek Diputar 90° Terhadap Sumbu X	II-16
Gambar II.25 Menu <i>Scale</i>	II-17
Gambar II.26 Menu <i>Info</i>	II-17
Gambar II.27 Dua Buah Objek dalam Satu <i>Bed</i>	II-18
Gambar II.28 Tampilan <i>Printer Monitor</i>	II-18
Gambar II.29 Tampilan <i>Print</i>	II-19
Gambar II.30 Model dengan <i>Raft</i>	II-19
Gambar II.31 Model dengan <i>Brim</i>	II-20
Gambar II.32 Tampilan <i>Advanced Print</i>	II-20
Gambar II.33 <i>Infill Density</i>	II-21
Gambar II.34 <i>Infill Type</i>	II-21
Gambar II.35 <i>Shells</i>	II-22
Gambar II.36 <i>Layer Height</i>	II-22
Gambar II.37 <i>Speed</i>	II-23
Gambar III.1 Contoh Puing yang Harus Dimasuki.....	III-2
Gambar III.2 Contoh Jalan yang Harus Dilintasi	III-3
Gambar III.3 Ilustrasi Sederhana Pergerakan Robot.....	III-4
Gambar III.4 Letak Servo Motor Pengungkit pada Modul.....	III-5
Gambar III.5 Servo Motor TowerPro SG90	III-5
Gambar III.6 Algoritma Pergerakan Robot	III-7
Gambar III.7 3D Iterasi 1 Base Modul Belakang	III-9
Gambar III.8 Proyeksi Iterasi 1 Base Modul Belakang	III-9
Gambar III.9 3D Iterasi 1 Depan Modul Belakang.....	III-10
Gambar III.10 Proyeksi Iterasi 1 Depan Modul Belakang.....	III-10
Gambar III.11 3D Iterasi 1 Belakang Modul Belakang.....	III-11
Gambar III.12 Proyeksi Iterasi 1 Belakang Modul Belakang.....	III-11
Gambar III.13 3D Iterasi 1 Samping Modul Belakang	III-12
Gambar III.14 Proyeksi Iterasi 1 Samping Modul Belakang	III-12
Gambar III.15 3D Iterasi 1 Atas Modul Belakang	III-13
Gambar III.16 Proyeksi Iterasi 1 Atas Modul Belakang	III-13
Gambar III.17 3D Iterasi 1 Tangkai-Antar-Modul Modul Belakang	III-14
Gambar III.18 Proyeksi Iterasi 1 Tangkai-Antar-Modul Modul Belakang	III-14
Gambar III.19 3D Iterasi 1 Tangkai Penghubung Motor Modul Belakang.....	III-15
Gambar III.20 Proyeksi Iterasi 1 Tangkai Penghubung Motor Modul	

Belakang.....	III-15
Gambar III.21 3D Iterasi 1 Tangkai Penghubung Roda Modul Belakang	III-16
Gambar III.22 Proyeksi Iterasi 1 Tangkai Penghubung Roda Modul Belakang.....	III-16
Gambar III.23 3D Iterasi 1 Tutup Penghubung Roda Modul Belakang.....	III-17
Gambar III.24 Proyeksi Iterasi 1 Tutup Penghubung Roda Modul Belakang..	III-17
Gambar III.25 Tampak Depan Hasil Assembly Iterasi 1 Modul Belakang.....	III-18
Gambar III.26 Tampak Atas Hasil Assembly Iterasi 1 Modul Belakang.....	III-18
Gambar III.27 Tampak Kanan Hasil Assembly Iterasi 1 Modul Belakang.....	III-19
Gambar III.28 3D Iterasi 2 Base Modul Belakang	III-20
Gambar III.29 Proyeksi Iterasi 2 Base Modul Belakang	III-20
Gambar III.30 3D Iterasi 2 Depan Modul Belakang.....	III-21
Gambar III.31 Proyeksi Iterasi 2 Depan Modul Belakang.....	III-21
Gambar III.32 3D Iterasi 2 Belakang Modul Belakang.....	III-22
Gambar III.33 Proyeksi Iterasi 2 Belakang Modul Belakang.....	III-22
Gambar III.34 3D Iterasi 2 Samping Modul Belakang	III-23
Gambar III.35 Proyeksi Iterasi 2 Samping Modul Belakang	III-23
Gambar III.36 3D Iterasi 2 Atas Modul Belakang	III-24
Gambar III.37 Proyeksi Iterasi 2 Atas Modul Belakang	III-24
Gambar III.38 3D Iterasi 2 Tangkai-Antar-Modul Modul Belakang	III-25
Gambar III.39 Proyeksi Iterasi 2 Tangkai-Antar-Modul Modul Belakang	III-25
Gambar III.40 3D Iterasi 2 Tangkai Penghubung Motor Modul Belakang.....	III-26
Gambar III.41 Proyeksi Iterasi 2 Tangkai Penghubung Motor Modul Belakang.....	III-26
Gambar III.42 3D Iterasi 2 Tangkai Penghubung Roda Modul Belakang	III-27
Gambar III.43 Proyeksi Iterasi 2 Tangkai Penghubung Roda Modul Belakang.....	III-27
Gambar III.44 3D Iterasi 2 Tutup Penghubung Roda Modul Belakang.....	III-28
Gambar III.45 Proyeksi Iterasi 2 Tutup Penghubung Roda Modul Belakang..	III-28
Gambar III.46 Tampak Depan Hasil Assembly Iterasi 2 Modul Belakang.....	III-29
Gambar III.47 Tampak Atas Hasil Assembly Iterasi 2 Modul Belakang.....	III-29
Gambar III.48 Tampak Kanan Hasil Assembly Iterasi 2 Modul Belakang.....	III-30
Gambar III.49 Assembly Hasil Print Iterasi 2.....	III-30
Gambar III.50 Bagian Komponen Base Hasil Iterasi 2 Patah.....	III-31

Gambar III.51 Servo Motor TowerPro MG995.....	III-32
Gambar III.52 3D Iterasi 3 Base Modul Belakang	III-33
Gambar III.53 Proyeksi Iterasi 3 Base Modul Belakang	III-33
Gambar III.54 3D Iterasi 3 Belakang Modul Belakang.....	III-34
Gambar III.55 Proyeksi Iterasi 3 Belakang Modul Belakang.....	III-34
Gambar III.56 (a) 3D Iterasi 3 Tangkai Penghubung Roda dan Motor Kiri, (b) 3D Iterasi 3 Tangkai Penghubung Roda dan Motor Kanan	III-35
Gambar III.57 Proyeksi Iterasi 3 Tangkai Penghubung Roda dan Motor Kiri..	III-35
Gambar III.58 3D Iterasi 3 Depan	III-36
Gambar III.59 Proyeksi Iterasi 3 Depan	III-36
Gambar III.60 3D Iterasi 3 Tangkai Penyangga Motor	III-37
Gambar III.61 Proyeksi Iterasi 3 Tangkai Penyangga Motor	III-37
Gambar III.62 3D Iterasi 3 Atas	III-38
Gambar III.63 Proyeksi Iterasi 3 Atas	III-38
Gambar III.64 3D Iterasi 3 Tangkai Penghubung Antar Modul	III-39
Gambar III.65 Proyeksi Iterasi 3 Tangkai Penghubung Antar Modul	III-39
Gambar III.66 3D Iterasi 3 Tangkai Penghubung Modul dengan Modul Paling Depan.....	III-40
Gambar III.67 Proyeksi Iterasi 3 Tangkai Penghubung Modul dengan Modul Paling Depan	III-40
Gambar III.68 3D Iterasi 3 Base Modul Tengah dan Modul Depan	III-41
Gambar III.69 Proyeksi Iterasi 3 Base Modul Tengah dan Modul Depan	III-41
Gambar III.70 3D Iterasi 3 Samping (a) Kiri (b) Kanan.....	III-42
Gambar III.71 Proyeksi Iterasi 3 Samping (a) Kiri (b) Kanan.....	III-43
Gambar III.72 3D Iterasi 3 Tangkai Modul A (a) dan Tangkai Modul B (b)	III-43
Gambar III.73 Proyeksi Iterasi 3 Tangkai Modul A	III-44
Gambar III.74 Proyeksi Iterasi 3 Tangkai Modul B	III-44
Gambar III.75 Hasil Assembly Modul Belakang Iterasi 3.....	III-45
Gambar III.76 Hasil Assembly Modul Tengah Iterasi 3	III-45
Gambar III.77 Ilustrasi Sederhana Skenario Satu Perhitungan Momen Dengan Motor SG90	III-46
Gambar III.78 Ilustrasi Sederhana Skenario Dua Perhitungan Momen Dengan Motor SG90	III-47
Gambar III.79 Ilustrasi Pusat Massa Modul Dengan Motor MG995	III-48

Gambar III.80 Ilustrasi Sederhana Skenario Satu Perhitungan Momen Dengan Motor MG995	III-49
Gambar III.81 Ilustrasi Sederhana Skenario Dua Perhitungan Momen Dengan Motor MG995	III-50
Gambar III.82 3D Iterasi 4 Depan	III-51
Gambar III.83 Proyeksi Iterasi 4 Depan	III-51
Gambar III.84 3D Iterasi 4 Tangkai Penyangga Motor	III-52
Gambar III.85 Proyeksi Iterasi 4 Tangkai Penyangga Motor	III-52
Gambar III.86 3D Iterasi 4 Tangkai Penghubung Antar Modul	III-53
Gambar III.87 Proyeksi Iterasi 4 Tangkai Penghubung Antar Modul	III-53
Gambar III.88 3D Iterasi 4 Tangkai Penghubung Modul dengan Modul Paling Depan	III-54
Gambar III.89 Proyeksi Iterasi 4 Tangkai Penghubung Modul dengan Modul Paling Depan	III-54
Gambar III.90 Contoh Penempatan Komponen dalam Software XYZware	III-55
Gambar III.91 Kegagalan Proses Printing	III-56
Gambar III.92 Contoh Hasil Proses Kalibrasi	III-56
Gambar III.93 Sisi yang Bergerigi	III-57
Gambar III.94 Sisi yang Melengkung	III-58
Gambar III.95 Permukaan yang Tidak Rata	III-58
Gambar III.96 Contoh Komponen yang Terdapat Support dan Setelah Support Dibuang	III-59
Gambar III.97 Salah Satu Hasil Perakitan Komponen	III-59
Gambar III.98 Posisi Awal Uji Coba Prototipe	III-60
Gambar III.99 Gerakan Naik Modul 2 Uji Coba Prototipe	III-60
Gambar III.100 Gerakan Turun Modul 2 Uji Coba Prototipe	III-61
Gambar III.101 Gerakan Naik Modul 3 Uji Coba Prototipe	III-61
Gambar III.102 Gerakan Turun Modul 3 Uji Coba Prototipe	III-62

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A : Pergerakan Prototipe Setiap Lima Detik

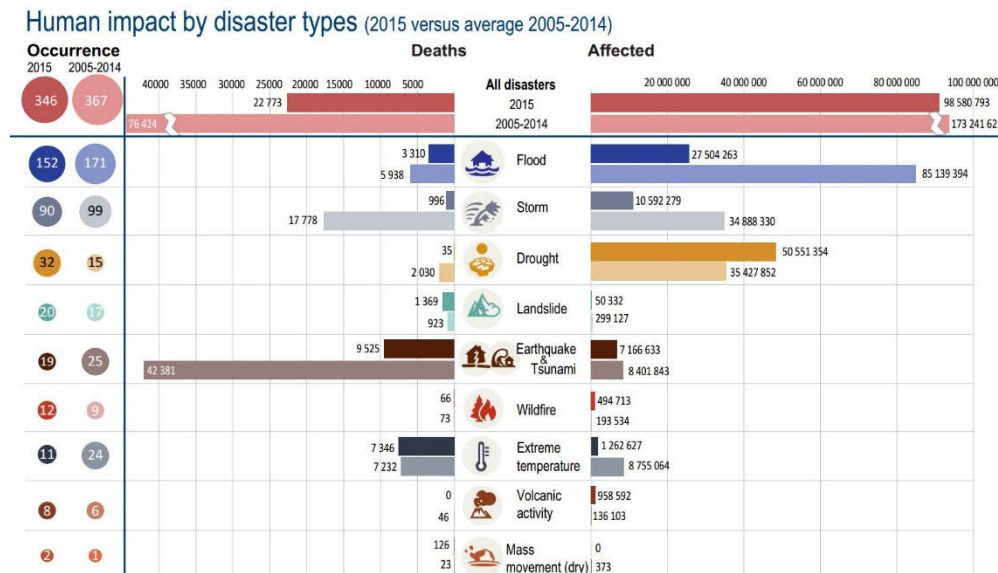
LAMPIRAN B : Program Prototipe

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai latar belakang masalah, identifikasi dan perumusan masalah, pembatasan masalah dan asumsi, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

I.1 Latar Belakang Masalah

Di sekitar kita tidak dapat dipungkiri sering terjadi bencana. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) “bencana adalah sesuatu yang menyebabkan (menimbulkan) kesusahan, kerugian, atau penderitaan; kecelakaan; bahaya.” Terdapat beberapa jenis bencana yang ada di dunia, seperti bencana sosial, bencana non alam, dan bencana alam. Pada Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang penganggulangan bencana pasal 1 disebutkan bahwa, “bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan dan tanah longsor.” (Presiden Republik Indonesia, 2007)



Gambar I.1. Jumlah Kematian Akibat Bencana Alam di Seluruh Dunia Pada Tahun 2015 (Sumber: UNISDR, *2015 Disasters in Numbers*, 2016)

Dapat dilihat pada Gambar I.1, salah satu bencana alam yang paling mematikan terjadi di seluruh dunia adalah gempa bumi dan tsunami. Rata-rata

kematian yang diakibatkan oleh gempa bumi dan tsunami dari tahun 2005 hingga 2014 adalah sekitar sebesar 42.381 jiwa. Jumlah tersebut cukup besar dibandingkan dengan rata-rata total kematian 76.424 jiwa akibat seluruh bencana alam tahun 2005 hingga 2014. Badan Meterologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) mendefinisikan gempa bumi sebagai peristiwa pelepasan energi di dalam bumi secara tiba-tiba akibat patahnya lapisan batuan pada kerak bumi yang menyebabkan bergetarnya bumi.

Gempa bumi menjadi salah satu bencana yang paling mematikan dibandingkan bencana lainnya seperti longsor karena gempa bumi tidak dapat diprediksi. Hal tersebut menyebabkan tidak adanya waktu untuk evakuasi. Selain itu, gempa bumi dan tsunami memiliki dampak area yang lebih besar dibandingkan bencana alam lainnya.

Menurut Antosia dan Cahill (2006), sangat jarang terjadi kematian ataupun cedera yang terjadi karena efek langsung dari pergerakan tanah. Cedera ketika gempa bumi paling banyak diakibatkan oleh runtuhnya bangunan, jatuhnya pecahan kaca, dan jatuhnya objek ketika orang berusaha menyelamatkan diri. Berdasarkan analisis dari pola cedera ketika gempa bumi yang terjadi di Northridge pada tahun 1994, cedera paling banyak terjadi akibat jatuhnya bebatuan bangunan dan diikuti oleh cedera akibat terjebak antar objek-objek, seperti furnitur dan lain-lain.

Tindakan penyelamatan korban yang terjebak di antara reruntuhan tidak mudah dan dapat dilakukan dengan waktu yang cukup lama. Hal tersebut terjadi karena tidak diketahui secara pasti lokasi korban yang membutuhkan bantuan. Padahal bantuan dibutuhkan dengan cepat karena mungkin orang tersebut mengalami cedera yang harus segera ditangani.

Pada gempa bumi yang terjadi pada Rabu, 24 Agustus 2016 di Italia, petugas baru dapat mengevakuasi seorang anak berusia 10 tahun setelah korban terjebak di dalam reruntuhan gedung selama 17 jam. Meskipun anak tersebut selamat, terdapat salah satu korban tewas yang pada awalnya menunjukkan tanda-tanda kehidupan. Mungkin bila proses penyelamatan bisa dilakukan lebih cepat korban tersebut dapat diselamatkan. (Christiastuti, 2016)

Dalam proses penyelamatan korban yang terjebak dalam reruntuhan pada umumnya diperlukan alat berat untuk mengangkat reruntuhan tersebut. Tetapi diketahui bahwa mobilitas dari alat berat tersebut cukup lambat terlebih

jika aksi penyelamatan dilakukan di tempat yang salah. Oleh karena itu perlu diketahui lokasi korban secara pasti agar aksi penyelamatan dapat berjalan lebih efektif dan efisien.

Namun bila pencarian dilakukan oleh manusia akan kurang efektif karena sulit untuk mendeteksi keberadaan korban dalam puing-puing reruntuhan. Seperti yang terlihat pada Gambar 1.2, manusia hanya bisa melihat dari permukaan saja. Akses ke lokasi ataupun di lokasi kejadian juga mungkin cukup berbahaya karena kondisi menjadi tidak stabil akibat gempa bumi yang terjadi.



Gambar 1.2. Contoh Kerusakan Akibat Gempa Bumi
(Sumber: <http://hmgf.fmipa.ugm.ac.id>, diambil pada tanggal 20 Agustus 2016)

Menurut Nayak dan Pradhan (2014), robot merupakan salah satu bidang *engineering* yang paling berkembang dan saat ini digunakan untuk berbagai pekerjaan khususnya industri manufaktur. Robot didesain untuk mengurangi keterlibatan manusia dalam pekerjaan yang membutuhkan banyak tenaga kerja ataupun berbahaya dan dapat bekerja dalam lingkungan yang sulit atau tidak mungkin diakses manusia.

Dr Robin Murphy, direktur *Center for Robot-Assisted Search and Rescue* di Universitas Texas A&M, mengatakan bahwa robot dapat membantu tim penyelamat yang terisolasi dari tempat kejadian untuk menemukan korban yang paling membutuhkan perhatian. (BBC, 2014)

Oleh karena itu pada penelitian kali ini akan dilakukan perancangan awal untuk menguji mekanisme pergerakan robot yang dapat membantu proses pencarian korban akibat bencana.

I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

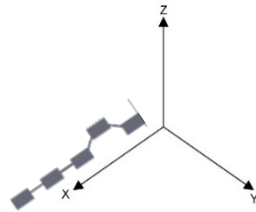
Pada proses pencarian korban bencana sekarang, umumnya masih mengandalkan teriakan dari korban, perkiraan keberadaan korban, dan penciuman anjing. Seiring berjalannya waktu korban akan mengalami kelelahan sehingga tidak mampu lagi untuk berteriak. Akses yang berbahaya juga menyebabkan manusia atau anjing tidak diperkenankan untuk memasuki area bencana. *Drone* dapat membantu proses pencarian korban, tetapi hanya yang berada di permukaan saja. Sehingga diperlukan suatu alat untuk membantu proses pencarian di dalam reruntuhan.

Oleh karena itu penelitian ini akan membuat suatu robot untuk membantu proses pencarian korban di dalam reruntuhan. Terdapat kemampuan-kemampuan yang perlu dimiliki robot. Kemampuan tersebut antara lain melewati permukaan yang rata, melewati permukaan yang tidak rata, melewati rintangan yang ada di depannya, berbelok, mundur, dan lain-lain. Ukuran robot juga harus cukup kecil agar dapat memasuki reruntuhan. Robot tersebut juga harus mampu membawa peralatan seperti kamera agar manusia dapat memantau dari dalam reruntuhan tanpa perlu masuk ke area bencana. Secara umum kemampuan-kemampuan itu dapat dibagi menjadi tiga, yaitu *sensing system*, *lightning system*, dan *running mechanism*.

Pertama adalah *sensing system*. Agar dapat melewati reruntuhan maka robot harus dapat mendeteksi apakah jalur di depannya kosong atau tidak. Jika jalur di depannya tidak kosong, maka robot harus bergerak ke atas, kiri, atau kanan. Oleh karena itu, diperlukan *sensor* untuk mendeteksi apakah ada objek atau tidak di depan robot tersebut.

Kedua adalah *lightning system*. Dalam penggunaannya, robot juga akan dilengkapi dengan kamera. Kamera tersebut akan digunakan pengguna untuk melihat dari *point of view* robot tersebut. Robot juga perlu dilengkapi dengan *lightning system* untuk mendukung penggunaan kamera tersebut karena mungkin cahaya dari luar akan sulit untuk masuk ke dalam reruntuhan atau puing-puing.

Ketiga adalah *running mechanism*. Agar dapat melakukan pencarian maka robot harus dapat bergerak. Pergerakan robot tidak hanya secara horizontal tetapi robot juga harus bisa bergerak dalam sumbu X, Y, dan Z. Sumbu X, Y, dan Z dapat dilihat pada Gambar I.3.



Gambar I.3. Sumbu X, Y dan Z

Dalam pembuatan robot terdapat banyak hal yang harus diperhatikan. Hal yang perlu diperhatikan yaitu mulai dari mekanisme pergerakan, algoritma pergerakan robot, sampai cara komunikasi antar robot. Karena kompleksitas tersebut penelitian kali ini akan berfokus mengenai desain awal yang cocok untuk robot pembantu proses pencarian korban bencana. Desain awal yang dimaksud yaitu desain untuk menguji mekanisme pergerakan robot. Mekanisme robot yang akan digunakan adalah mekanisme pergerakan ulat.

Pengujian mekanisme pergerakan robot tersebut akan menggunakan prototipe. Prototipe dapat dibagi menjadi dua dimensi, yaitu *physical* dan *analytical*, serta *comprehensive* dan *focused*. Berdasarkan kedua dimensi tersebut terdapat tiga jenis prototipe, yaitu *focused analytical*, *focused physical*, dan *comprehensive physical*. Dalam pembuatan robot ini diperlukan prototipe yang bersifat *comprehensive* agar dapat diketahui interaksi keseluruhan komponen-komponen yang ada. Untuk produk manufaktur yang *tangible*, prototipe *comprehensive* harus dibuat secara *physical*. (Ulrich dan Eppinger, 2012)

Berdasarkan *case study* yang dilakukan Stratasy pada tahun 2009, perusahaan manufaktur dari Jepang, Akaishi, berhasil mengurangi *lead time* pembuatan prototipe sebesar 90%. Pengurangan *lead time* tersebut dapat dicapai dengan menggunakan FDM atau salah satu teknik dari 3D *printing* dibandingkan dengan pembuatan prototipe secara tradisional. Dalam perusahaan tersebut pembuatan prototipe secara tradisional membutuhkan waktu selama 10 hari sedangkan secara FDM hanya membutuhkan waktu selama 1 hari. (Stratasy, 2009)

Dalam *case study* yang dilakukan Stratasy pada tahun 2010, Mike Storp dari perusahaan Bell Helicopter menyatakan, “*The efficient process allows us to do more iterations than we could with other processes. That results in better-designed components.*” Dengan menggunakan 3D *printing* dapat dicoba

lebih banyak desain, sehingga dapat meningkatkan kemungkinan penemuan desain yang lebih baik untuk komponen akhir robot. Berdasarkan hal-hal tersebut maka prototipe robot ini akan dibuat dengan menggunakan 3D printer XYZ yang terdapat pada laboratorium otomasi Teknik Industri UNPAR. (Stratasys, 2010)

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dipaparkan dapat dibuat beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana desain awal robot ulat untuk membantu proses pencarian korban bencana alam di dalam reruntuhan?
2. Bagaimana desain yang mempertimbangkan teknik 3D *printing* dalam proses pembuatannya?

I.3 Pembatasan Masalah Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa batasan yang digunakan. Batasan masalah yang dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan prototipe menggunakan mesin 3D *printer* XYZ Da Vinci 1.0.
2. Perancangan desain robot ini merupakan tahap awal dalam pengembangan robot ulat untuk membantu proses pencarian korban bencana alam di dalam reruntuhan.
3. Pergerakan yang diuji dalam penelitian kali ini adalah pergerakan melewati permukaan rata.

I.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan identifikasi dan rumusan masalah yang ada maka terdapat beberapa tujuan untuk penelitian ini. Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui desain awal untuk menguji mekanisme pergerakan robot ulat untuk membantu proses pencarian korban bencana alam di dalam reruntuhan.
2. Mengetahui desain yang mempertimbangkan teknik 3D *printing* dalam proses pembuatannya.

I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan akan menghasilkan manfaat. Beberapa manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan robot.

2. Menambah cara dalam proses pencarian korban bencana.
3. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi bila akan dilakukan penelitian yang serupa.

I.6 Metodologi Penelitian

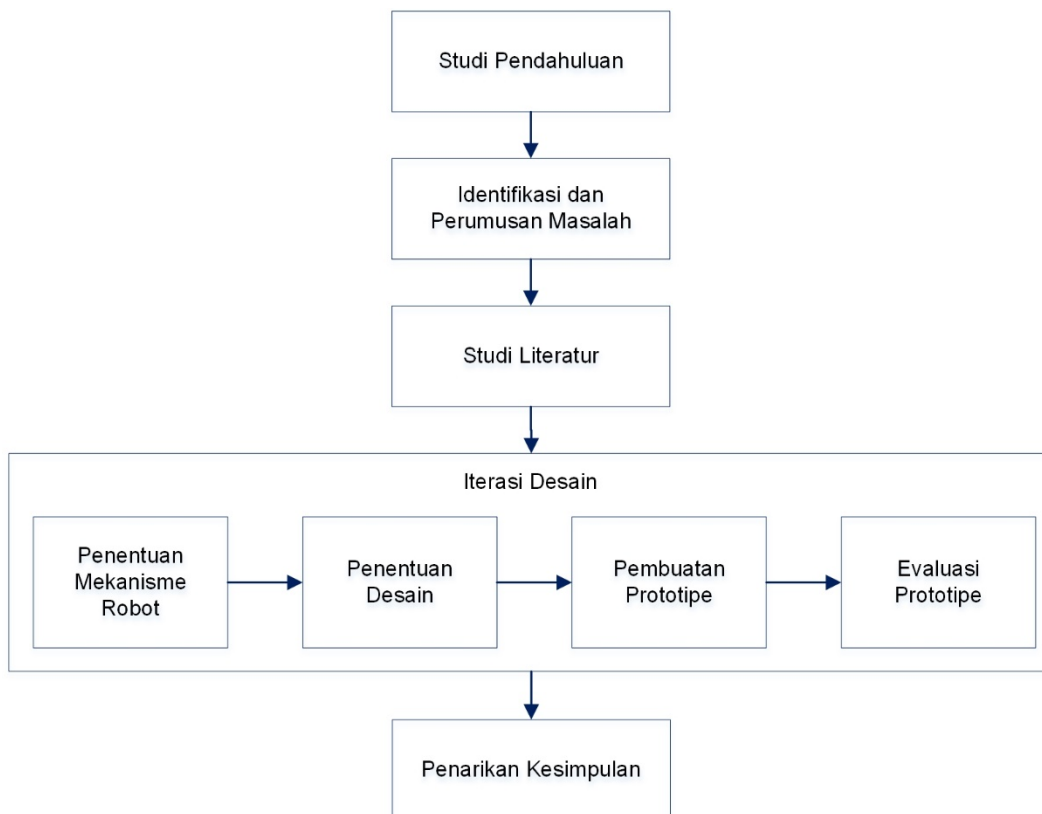
Dalam penelitian ini akan terdapat beberapa langkah yang dijalani. Langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut.

1. Studi Pendahuluan
Studi pendahuluan dilakukan untuk mendapatkan informasi awal tentang adanya permasalahan yang harus diselesaikan. Permasalahan yang harus diselesaikan tersebut berupa diperlukan suatu robot yang dapat membantu proses pencarian korban bencana alam.
2. Identifikasi dan Perumusan Masalah
Setelah diketahui masalah yang ada, dilakukan pengidentifikasian dan perumusan masalah yang akan dilakukan. Hal ini dilakukan agar penelitian dapat lebih terarah dan memiliki suatu tujuan.
3. Studi Literatur
Studi literatur dilakukan untuk mengetahui teori-teori serta referensi-referensi yang dapat digunakan untuk membantu kelancaran penelitian ini.
4. Iterasi Desain
Iterasi desain dilakukan dalam empat tahap yaitu penentuan mekanisme robot, penentuan desain, pembuatan prototipe dan evaluasi prototipe. Mekanisme merupakan dasar yang harus terpenuhi sebelum dilanjutkan ke proses desain. Dalam penentuan mekanisme ini juga ditentukan komponen-komponen yang harus dimiliki robot agar dapat berjalan dengan baik dan sesuai tujuannya. Setelah diketahui mekanisme dan komponen-komponen yang dibutuhkan oleh robot, maka proses selanjutnya adalah proses pembuatan desain robot. Desain yang dibuat harus dapat memenuhi mekanisme yang telah ditentukan, dapat menjaga seluruh komponen pada tempatnya, dan dapat dibuat prototipenya dengan menggunakan mesin 3D *Printer XYZ*. Pembuatan prototipe akan menggunakan mesin 3D *Printer XYZ* yang terdapat pada laboratorium otomasi Teknik Industri UNPAR. Prototipe yang sudah jadi

kemudian dievaluasi untuk menentukan apakah desain tersebut sudah dapat menguji mekanisme pergerakan robot atau belum. Bila belum maka dilakukan kembali iterasi desain.

5. Penarikan Kesimpulan

Langkah terakhir merupakan penarikan kesimpulan. Kesimpulan diambil berdasarkan penelitian yang telah dilakukan serta akan diberikan saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya.



Gambar I.4. Metodologi Penelitian

I.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan terbagi menjadi lima bab yang terdiri dari pendahuluan, tinjauan pustaka, perancangan robot, analisis serta kesimpulan dan saran. Berikut ini merupakan penjelasan dari masing-masing bab yang akan dibuat.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang permasalahan, identifikasi dan perumusan masalah, pembatasan masalah dan asumsi, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan pustaka yang digunakan untuk menjadi acuan maupun panduan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Teori yang berada pada bab ini akan berhubungan dengan permasalahan yang ada sehingga permasalahan yang ada dapat diselesaikan dengan tepat.

BAB III PERANCANGAN DESAIN AWAL ROBOT

Bab ini berisi mengenai langkah-langkah yang digunakan untuk merancang robot ulat. Dalam bab ini dipaparkan seluruh iterasi desain yang dilakukan serta evaluasi dari iterasi tersebut hingga pada akhirnya didapatkan prototipe akhir.

BAB IV ANALISIS

Bab ini berisi mengenai hasil analisa terhadap penelitian yang telah dilakukan. Analisa dilakukan seluruh tahap-tahap penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi mengenai kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Selain itu pada bab ini juga akan berisi mengenai saran yang akan diberikan bagi pembaca ataupun peneliti selanjutnya yang akan melaksanakan penelitian serupa.