

## UJI GETARAN ROBOT MANIPULATOR YANG BERGERAK TRANSLASI DAN ROTASI

Dermawan<sup>1)</sup>, Ahmad Zubair Sultan<sup>1)</sup>, Abdul Kadir Muhammad<sup>1)</sup>  
<sup>1)</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

The manipulator robot is widely used because it has many advantages such as positioning accuracy, achieving good performance, relatively low energy consumption, and lighter weight. The problem that often arises in robotic manipulators is the vibration caused by the nature of its flexibility. The purpose of this study is to modify translational and rotational moves of a manipulator robot as a prototype to be used as a tool in conducting flexible link vibration research. This study also results a vibration-measuring device that is used to measure the frequency and amplitude of acceleration using accelerometer ADXL 335. The data obtained is displayed in graphical form Fast Fourier Transform (FFT) frequency and amplitude acceleration. As a result, this study generated a prototype robot that moves in a translational and rotational. The experimental result obtained a frequency of 38.57 Hz.

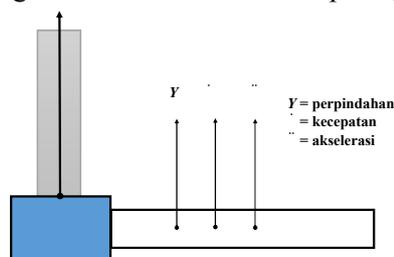
**Keywords:** *vibration, manipulator, frequency*

### 1. PENDAHULUAN

Robot manipulator dengan satu *link* memiliki lengan yang dapat dianggap sebagai sebuah balok kantilever dimana salah satu ujungnya dijepit dan ujung lainnya bebas. Teori yang terkenal dalam menurunkan model matematika untuk sebuah balok adalah Teori Euler-Bernoulli. Kemudian Rayleigh memperbaiki model Euler-Bernoulli ini dengan menambahkan efek inersia rotasional yang disebabkan oleh gerak rotasi dari *cross-section* selama terjadi getaran pada balok. Ditinjau dari gerakannya, robot manipulator sangat identik dengan getaran yang terjadi pada sistem sehingga harus mempertimbangkan deformasi yang terjadi akibat gerakannya. Getaran yang ditimbulkan karena fleksibilitasnya juga menjadi persoalan yang sangat penting. Getaran ini harus mampu dikontrol agar sistem kerja dari robot manipulator tetap dalam kondisi ideal. Agar bisa dilakukan pengontrolan maka perlu mengetahui frekwensi dan amplitude dari sebuah sistem. Para peneliti telah melakukan berbagai analisis dan eksperimen dengan berbagai model. Seperti yang telah dilakukan oleh A.K. Muhammad dkk yang telah melakukan riset tentang getaran pada link yang fleksibel dengan satu link dan dua link[1]–[8]. Pada penelitian tersebut telah diperoleh sebuah formulasi komputasi dan model eksperimen getaran serta menghasilkan sebuah control getaran yang efektif. Namun penelitian tersebut terfokus pada gerakan rotasi saja. Sehingga dari penelitian tersebut sangat perlu dikembangkan membuat sebuah robot manipulator dengan gerakan translasi dan rotasi.

D. Suddin dan B. Nasrullah telah membuat sebuah robot manipulator yang bergerak translasi dan rotasi dengan satu link yang masih perlu perbaikan karena pada system masih ditemukan getaran yang mengganggu kinerja dari robot[9]. Selanjutnya pada penelitian lain, Dermawan dan A.K. Muhammad telah melakukan eksperimen pada *single-link* yang khusus dengan gerakan translasi[10].

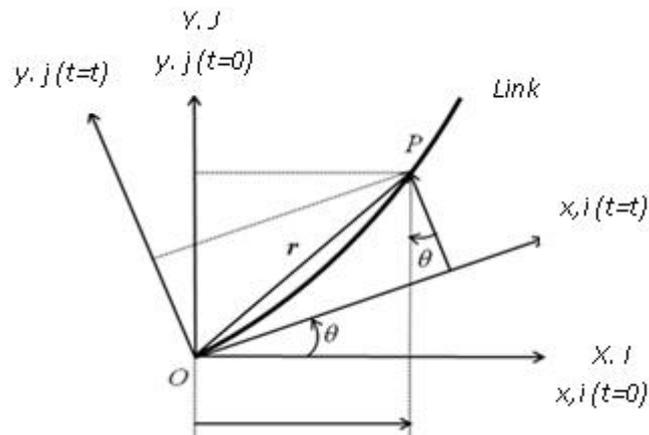
Gerak merupakan perpindahan posisi atau kedudukan suatu titik atau benda terhadap titik acuan tertentu. Berdasarkan bentuk lintasannya gerak dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu gerak translasi dan gerak rotasi. Gerak translasi dapat didefinisikan sebagai gerak pergeseran suatu benda dengan bentuk dan lintasan yang sama di setiap titikny. Jadi sebuah benda dapat dikatakan melakukan gerak translasi (pergeseran) apabila setiap titik pada benda itu menempuh lintasan yang bentuk dan panjangnya sama. Manipulator fleksibel yang mengalami gerak translasi bisa dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Arah gerak translasi pada robot manipulator

<sup>1)</sup> Korespondensi penulis: Dermawan, Telp 08114100141, dermawan@poliupg.ac.id

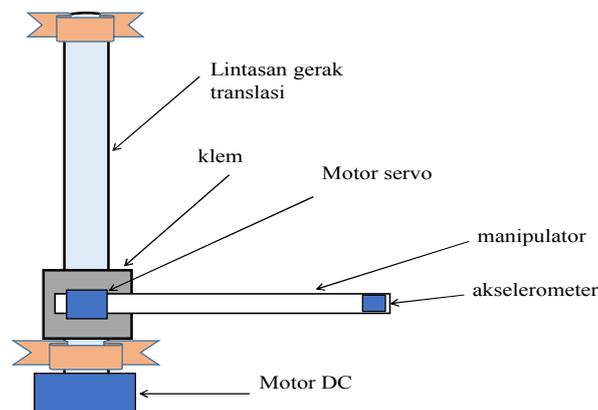
Gerak rotasi dapat didefinisikan sebagai gerak suatu benda dengan lintasan membentuk sudut gerak (*Rotational angle*). Gerak rotasi pada sistem manipulator fleksibel dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



**Gambar 2.** Arah gerak rotasi pada *single-link* manipulator

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memodifikasi sebuah robot manipulator yang melakukan gerak translasi dan rotasi dengan menggunakan kode komputasi dalam pengoperasiannya dengan mengharapkan dapat mengetahui frekwensi getaran yang ditimbulkan akibat kedua gerakan translasi dan rotasi tersebut. Sebagai langkah awal maka peneliti akan memfokuskan pada pembuatan alatnya sebagai prototype dalam melakukan penelitian selanjutnya. Untuk penelitian ini penggabungan kedua gerakan tersebut dan melakukan eksperimen untuk memperoleh data hasil penelitian.

Eksperimen getaran bebas untuk mengetahui karakteristik sistem dengan mengukur simpangan pada getaran bebas dan akan menghasilkan sebuah grafik simpangan. Selanjutnya, hasil dari simpangan tersebut ditransfer menjadi frekwensi dengan metode Fast Fourier Transform (FFT). Eksperimen getaran manipulator yang bergerak translasi dan rotasi untuk mengukur simpangan sistem pada saat bergerak dan akan menghasilkan sebuah grafik simpangan. Selanjutnya, hasil dari simpangan tersebut ditransfer menjadi frekwensi dengan metode Fast Fourier Transform (FFT). Model dari singel Link Manipulator seperti pada gambar 3.

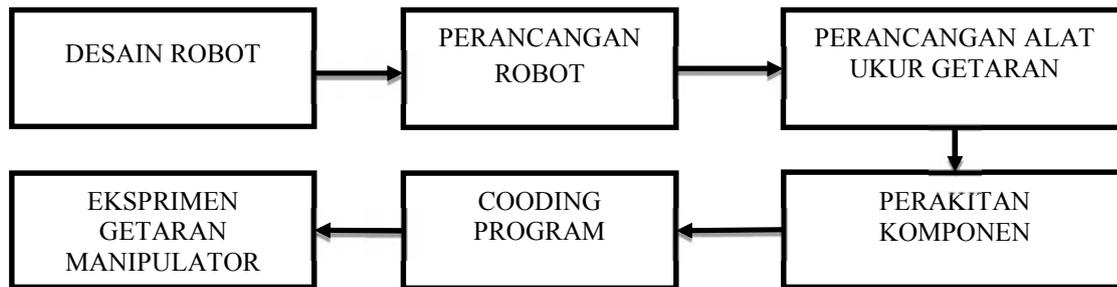


**Gambar 3.** Model sistem robot manipulator

## 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, kami akan menggunakan Metode Desain dan analisis eksperimental dengan tujuan merancang suatu robot manipulator yang bergerak secara translasi dan rotasi. Secara garis besar, akan digambarkan dalam sebuah diagram alir penelitian seperti pada gambar 4.

### 2.1. Tahapan penelitian;



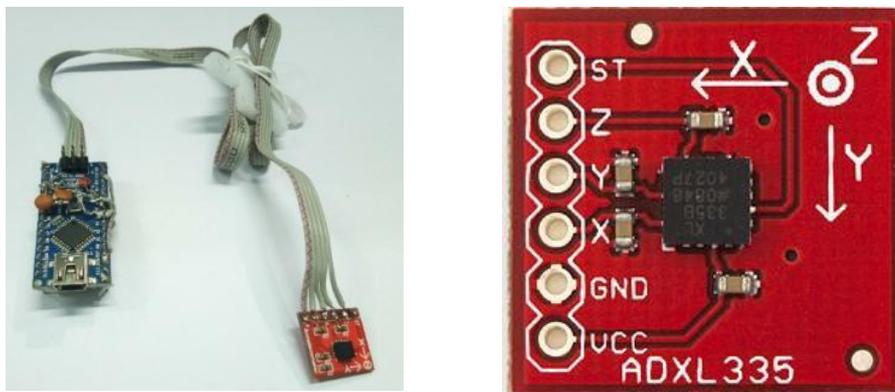
Gambar 4. Diagram alir penelitian

Adapun tahapan penelitian dengan mengawali dengan desain alat dengan membuat gambar, membuat mekanik dari sistem robot dengan merangkai bersama motor servo untuk gerak rotasi dan motor DC untuk gerak translasi melalui sebuah poros berulir. Selanjutnya membuat coding program untuk kedua motor tersebut dengan menggunakan mikrokontroler dengan melakukan uji coba program sampai mendapatkan hasil yang diinginkan. Alat ukur getaran dan rangkaiannya yang telah dibuat selanjutnya dipasang pada link manipulator.

Eksperimen getaran manipulator dilakukan dengan menggerakkan robot secara translasi dan rotasi untuk menghasilkan simpangan pada sistem yang selanjutnya dilakukan transfer hasil simpangan menjadi frekwensi dengan metode Fast Fourier Transform. Hasil dari FFT menghasilkan sebuah grafik simpangan, amplitude, frekwensi, dan periode sistem.

## 2.2 Sensor Getaran

Sensor getaran merupakan rangkaian alat yang berfungsi untuk mendeteksi adanya getaran yang akan diubah ke dalam sinyal listrik. Sensor getaran merupakan salah satu sensor yang dapat mengukur getaran suatu benda yang nantinya dimana data tersebut akan diproses dalam pengambilan data ataupun digunakan untuk mengantisipasi sebuah kemungkinan adanya bahaya. Jenis sensor getaran yang akan digunakan adalah *accelerometer* yang berfungsi untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran. Berikut ini merupakan sensor *accelerometer* dengan tipe ADXL335 diperlihatkan pada gambar 5.



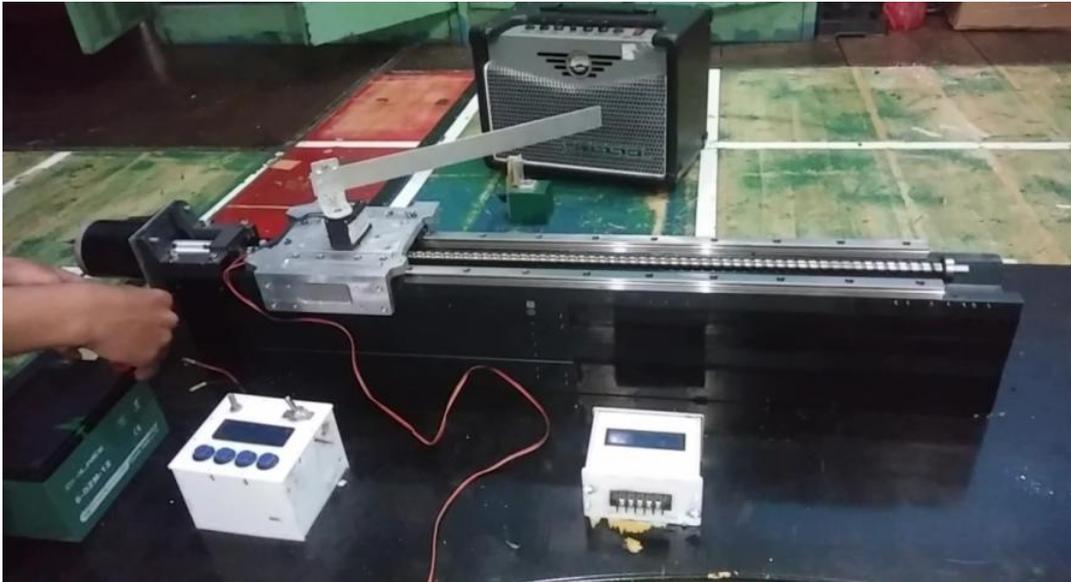
Gambar 5. Sensor Accelerometer ADXL335

Pada pengukuran getaran ini, digunakan sensor Accelarometer ADXL335 yang berfungsi untuk mengukur getaran dengan tiga sumbu yakni sumbu X, Y dan Z. Bandwidth kerja accelerometer dapat diatur dengan menggunakan kapasitor  $C_x$ ,  $C_y$ , dan  $C_z$  yang dipasang secara seri dengan pin  $X_{out}$ ,  $Y_{out}$ , dan  $Z_{out}$ . Arduino Nano digunakan sebagai sistem akuisisi data, ini berisi USB to serial converter dan saluran ADC dan komputer adalah penganalisis FFT (*Fast Fourier Transform*), menggunakan library Python dan Numy, Scipy dan Matplotli. Arduino Nano mendengarkan perintah masuk dari komputer, yang memberitahunya untuk memulai atau menghentikan pengiriman bacaan ADC. ADC membaca saluran getaran akselerometer pada frekuensi sampling tertentu (5000 Hz), yang dikontrol oleh salah satu timer mikrokontroler. Pembacaan ini dikirim pada port serial dengan kecepatan 0,5 Mbps.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil

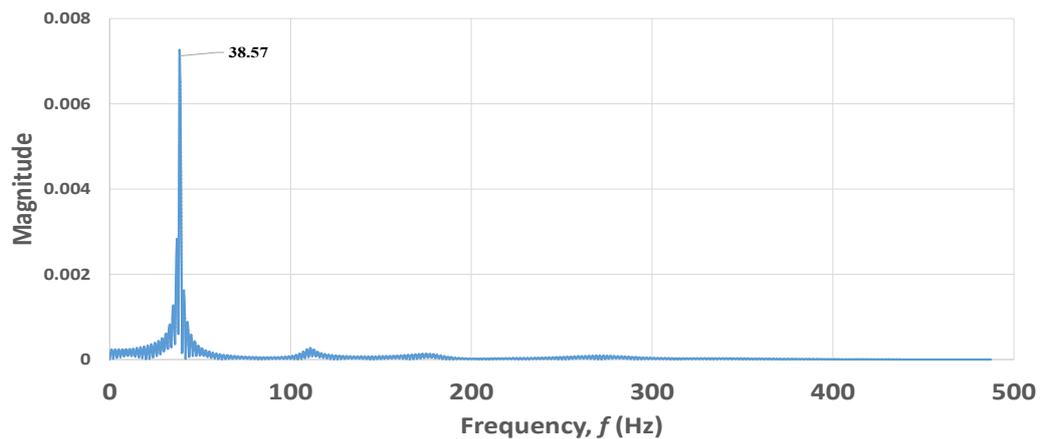
Setelah melalui sebuah desain dan perancangan, robot manipulator telah dihasilkan dalam bentuk prototype sederhana seperti pada gambar 6. Robot manipulator dengan sebuah link yang dipasang yang digerakkan oleh motor servo. Motor DC dipasang untuk pergerakan translasi dari manipulator fleksibel melalui sebuah poros berulir. Kontrol pergerakan dipasangkan untuk mengatur kecepatan, arah gerakan, serta On/Off dari robot. Motor servo yang berfungsi sebagai penggerak manipulator dalam arah rotasi. Pada ujung link fleksibel dipasangkan sebuah alat ukur getaran yang disambungkan dengan sebuah komputer.



**Gambar 6.** Prototype robot manipulator

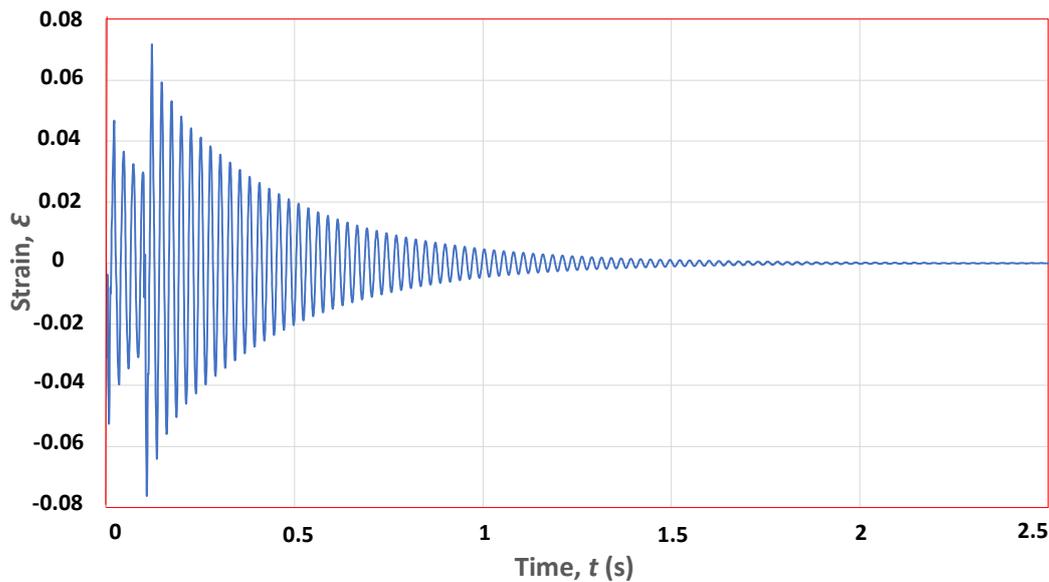
#### 3.2. Pembahasan

Hasil dari penelitian ini telah memperoleh sebuah prototype robot manipulator dengan gerakan translasi dan rotasi. Robot manipulator ini selanjutnya digunakan sebagai perangkat dalam melakukan eksperimen untuk mengetahui karakteristik getaran.



**Gambar 7.** Fast Fourier Transform (FFT) robot manipulator

Eksperimen yang dilakukan dengan eksperimen telah diperoleh time history response pada sistem yang menunjukkan karakteristik manipulator pada saat beroperasi terhadap satuan waktu. Pada saat pengujian dengan menggunakan software maka akan menghasilkan luaran berupa frekwensi getaran sebesar 38.57 Hz dan ditampilkan dalam sebuah grafik FFT seperti pada gambar 7. Pada gambar 7 menunjukkan grafik Magnitude dan frekwensi getaran yang terjadi pada sistem. Dengan menggunakan FFT frekwensi getaran yang terjadi dapat terlihat pada grafik dengan magnitude sebesar 0.007 sistem mengalami getaran dengan frekwensi natural  $f$  sebesar 38.57 Hz.



**Gambar 8.** *Time history response* pada robot manipulator

Pada gambar 8 menunjukkan model getaran yang terjadi pada sistem. Pada sumbu Y sebagai regangan ( $\mathcal{E}$ ), dan pada sumbu X merupakan waktu (s). Pada eksperimen ini diperoleh *Time history response* terhadap regangan dari sistem yang bekerja selama 2.5 s. Pada saat sistem mulai bekerja, regangan menunjukkan kondisi yang mengalami gaya impuls  $f_0$  mengakibatkan regangan awal meningkat yang menunjukkan angka 0.045 dan semakin mengecil sampai pada posisi 0.1 s. Akibat adanya gaya eksitasi pada saat sampai ke ujung sistem, regangan kembali membesar akibat gaya tumbukan pada saat 0.1 s dan semakin kecil sampai pada kondisi sistem sudah tidak mengalami getaran pada saat 2.5 s.

#### 4. KESIMPULAN

- 1) Hasil desain diperoleh sebuah robot manipulator dalam melakukan eksperimen getaran pada link dengan gerakan translasi dan rotasi.
- 2) Sebuah alat ukur getaran telah dibuat dengan sebuah *accelerometer* yang berfungsi untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran yang terjadi pada robot manipulator.
- 3) Robot manipulator berhasil dibuat dengan penggabungan dua buah gerakan yaitu gerak translasi dan rotasi dengan frekwensi yang dihasilkan sebesar 38.57 Hz
- 4) Semakin panjang link manipulator, maka frekwensi yang dihasilkan semakin besar.
- 5) Time history response dapat ditunjukkan dengan sebuah grafik regangan terhadap waktu.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- A. K. Muhammad, S. Okamoto, and J. H. Lee, "Active-Force Control on Vibration of a Flexible Single-Link Manipulator Using a Piezoelectric Actuator," in *Transactions on Engineering Technologies*, Springer, 2015, pp. 1–15.
- A. K. Muhammad, S. Okamoto, and J. H. Lee, "Comparison Between the One Piezoelectric Actuator and the Two Ones on Vibration Control of a Flexible Two-Link Manipulator Using Finite Element Method," *Int. J. Mech. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 25–42, 2016.
- A. K. Muhammad, S. Okamoto, and J. H. Lee, "Comparisons of proportional and active-force controls on vibration of a flexible link manipulator using a piezoelectric actuator through calculations and experiments," *Eng. Lett.*, vol. 22, no. 3, p. 8, 2014.
- A. K. Muhammad, S. Okamoto, and J. H. Lee, "Comparison of proportional-derivative and active-force controls on vibration of a flexible single-link manipulator using finite-element method," *Artif. Life Robot.*, vol. 19, no. 4, pp. 375–381, 2014.
- A. K. Muhammad, S. Okamoto, and J. H. Lee, "Comparison Between the One Piezoelectric Actuator and the Two Ones on Vibration Control of a Flexible Two-Link Manipulator Using Finite Element Method," *Int. J. Mech. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 25–42, 2016.

- A. K. Muhammad, S. Okamoto, and J. H. Lee, "Computer simulations on vibration control of a flexible single-link manipulator using finite- element method," in *The Nineteenth International Symposium on Artificial Life and Robotics 2014*, 2014.
- A. K. Muhammad, S. Okamoto, and J. H. Lee, "Computer Simulations and Experiments on Vibration Control of a Flexible Link Manipulator Using a Piezoelectric Actuator Computer Simulations and Experiments on Vibration Control of a Flexible Link Manipulator Using a Piezoelectric Actuator," *Eng. Lett.*, vol. 3, no. 23, 2015.
- A. K. Muhammad, S. Okamoto, and J. H. Lee, "Finite Element Analysis for Active-force Control on Vibration of a Flexible Single-link Manipulator," *Int. J. Smart Mater. Mechatronics*, vol. 2, no. April, p. 18, 2016.
- D. Suddin and B. Nasrullah, "Rancang Bangun Robot Manipulator Yang Bergerak Secara Translasi Dan Rotasi," in *SNP2M*, 2017.
- D. Suddin and A. K. Muhammad, "Eksperimen getaran pada robot manipulator yang bergerak translasi," *SINERGI*, vol. 15-2, pp. 155-165, 2017.

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih khususnya ditujukan kepada direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang, UPPM Politeknik Negeri Ujung Pandang, serta ketua jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan bantuan berupa moril dan materil sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.