

## PENGONTROLAN GETARAN PADA MANIPULATOR FLEKSIBEL MENGUNAKAN KONTROL PID

Dermawan Dermawan<sup>1)</sup>, Simon Ka'ka<sup>1)</sup> Abdul Kadir Muhammad<sup>1)</sup>, Imran Habriansyah<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

In the producing industry, area robots, the clinical field, easy cloth transfer, micro-scale robotic work, and nuclear plane protection regularly use flexible manipulator robots. To gain excessive performance, the consumer expects a flexible manipulator to have excessive role accuracy, be capable of perform at excessive speed, and feature low risk. The trouble that takes place in flexible manipulator robots became the prevalence of deformation because of its flexibility in order that undesirable vibration befall. The important problem on this studies became dynamic modeling of the single-link flexible manipulator. The system robotic modeling targeted translational and rotational parallel movement. This examine used a mechanism which includes the aluminum beam as a flexible link, clamps to keep the links, DC motor to move link translational and servo motor AC to rotate the link. PID controller is used to reduce vibrations that occur in the system.

**Keywords:** *PID Controller, Flexible manipulator, robot*

### 1. PENDAHULUAN

Dalam perkembangannya, robot manipulator telah banyak digunakan di industri manufaktur untuk skala mikro. Dalam aplikasinya, akurasi posisi sebagai factor utama dalam memaksimalkan kinerja dari manipulator fleksibel. Para peneliti telah melakukan berbagai riset dalam penanganan persoalan yang ditimbulkan oleh manipulator fleksibel seperti halnya [1] yang melakukan riset dengan membuat pemodelan dalam meningkatkan akurasi posisi dengan menggunakan pengendali berbasis model untuk mencapai akurasi dan kinerja tinggi. Penelitian ini, kontrol berbasis model digunakan untuk memecahkan dinamika invers menggunakan dua titik nilai batas dan menemukan lintasan yang diinginkan. Di bagian pengontrol umpan balik, pengendali statis digunakan untuk melacak lintasan yang diinginkan terhadap sendi yang digerakkan.

Persoalan lain dari manipulator fleksibel yaitu getaran yang terjadi akibat dari gerakan yang diterima oleh sistem. Oleh sebab itu, para peneliti bersaing dalam menemukan solusi agar mampu mengendalikan getaran yang timbul. Riset tentang sistem pengontrolan sangat mudah kita temui di berbagai jurnal-jurnal nasional dan internasional. A.K. Muhammad, dkk [2] melakukan simulasi dan eksperimen dengan terlebih dahulu membuat persamaan gerak rotasi pada manipulator single-link dan dua link. Hasil riset tersebut mengusulkan skema kontrol yang efektif dan untuk mengkonfirmasi hasil kalkulasi dengan percobaan dari single-link dan *two-link* manipulator fleksibel. Sistem yang digunakan dalam tulisan ini terdiri dari dua balok aluminium link fleksibel, dua buah link, dua motor servo untuk memutar link dan aktuator piezoelektrik untuk mengontrol getaran.

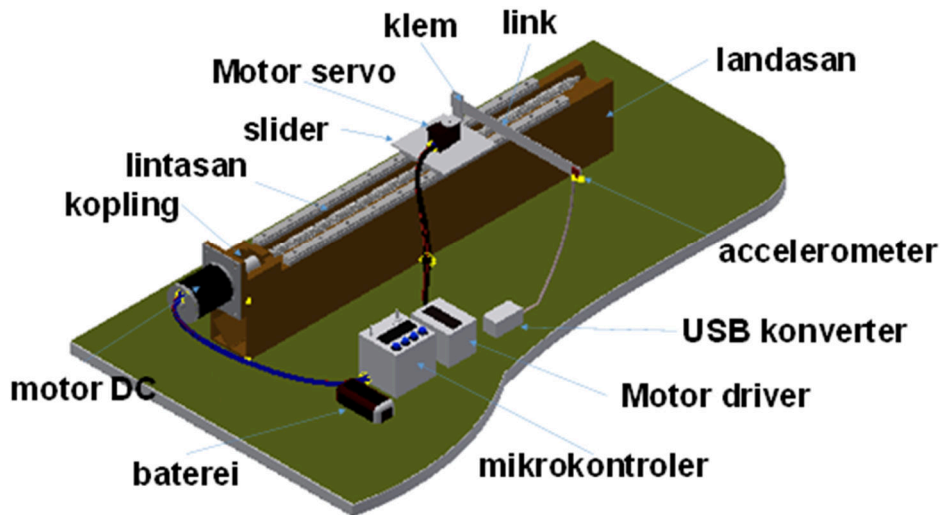
Penelitian yang dilakukan oleh [3]–[6] Dermawan dkk, telah mengembangkan penelitian ini dengan membuat suatu model sistem dari manipulator fleksibel dengan bentuk manipulator fleksibel yang mengalami gerak translasi dan rotasi. Metode penggabungan dua buah gerakan pada manipulator fleksibel yang terdiri dari gerak translasi dan rotasi. Gerak translasi pada sistem akan menggerakkan link dengan mekanisme *ball screw* dengan sebuah motor DC sebagai penggerakannya. Sedangkan gerakan translasi yang dialami oleh sistem akan diputar oleh sebuah motor servo AC yang didudukkan di atas meja sistem. Berdasarkan penelitian tersebut, sangat penting untuk dilakukan pengembangan dengan mendesain sebuah sistem kontrol untuk meredam getaran. Olehnya itu telah dirancang sebuah pengontrolan getaran menggunakan sistem PID.

### 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian terdiri dari desain dan perancangan robot dengan satu link dalam bentuk gambar yang disertai parameter fisik sebagai sumber acuan dalam menentukan pemodelan dinamika dan kinematik pada sistem Single-link manipulator fleksibel (SLMF). Model desain dan perancangan dapat dilihat pada gambar 1.

---

<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Dermawan Dermawan Telp 08114100141 [dermawan@poliupg.ac.id](mailto:dermawan@poliupg.ac.id)



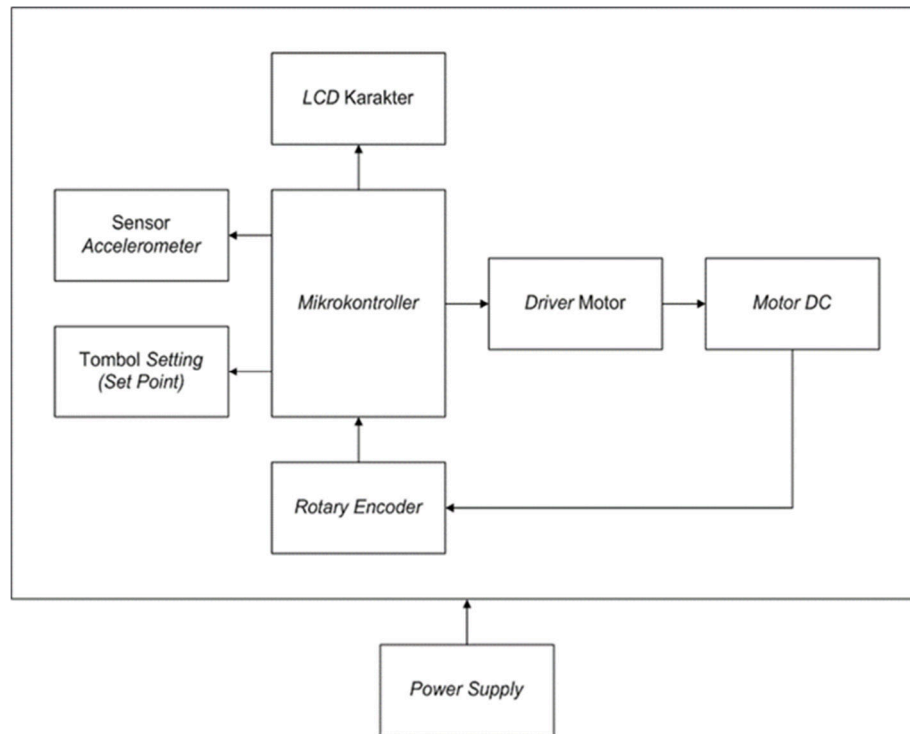
Gambar 1. Desain robot SLMF.

Robot fleksibel manipulator dengan sebuah *link* dari batang aluminium dipasang dengan model kantilever beam. Sebuah motor servo berfungsi untuk memutar *link* secara rotasi. Motor DC dipasang untuk menggerakkan *link* secara translasi melalui mekanisme *ballscrew*. Sebuah kopling disetting untuk meneruskan putaran motor DC pada poros yang berulir. Sebuah slider berfungsi sebagaiudukan motor servo dan klem dari *link*. 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 *accelerometer* sebagai alat ukur getaran yang dihubungkan dengan komputer oleh sebuah USB konektor.

Tabel 1. Parameter Fisik dari *link*.

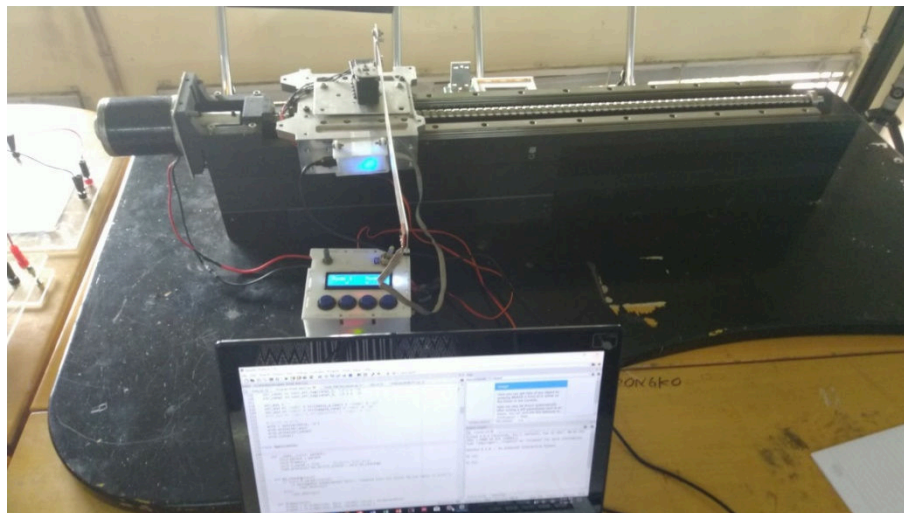
Properti	Simbol	nilai
panjang <i>link</i> (m)	$l_i$	$3.00 \times 10^{-1}$
Tebal penampang <i>link</i> (m)	$b_i$	$2.50 \times 10^{-2}$
Tinggi penampang <i>link</i> (m)	$h_i$	$1.00 \times 10^{-3}$
Luas penampang <i>link</i> (m <sup>2</sup> )	$S_i$	$2.50 \times 10^{-5}$
Momen inersia <i>i</i> -axis dari <i>link</i> (m <sup>4</sup> )	$I_i$	$2.083 \times 10^{-12}$
Modulus Young's dari <i>link</i> (GPa)	$E_i$	$7.00 \times 10^1$
Densitas dari <i>link</i> (kg/m <sup>3</sup> )	$\rho_i$	$2.70 \times 10^3$
faktor damping dari <i>link</i>	$\alpha$	$0.15 \times 10^{-3}$

Tahapan ini mendesain model pengontrolan sistem seperti pada gambar 2. Mikrokontroler sebagai pusat data informasi dengan menggunakan program kontrol dari perangkat computer; 1) Mikrokontroler sebagai pusat data informasi dengan menggunakan program kontrol dari perangkat computer; 2) LCD Karakter sebagai pemberi informasi putaran yang dialami oleh motor; 3) Accelerometer berfungsi untuk membaca getaran yang terjadi pada system; 4) Motor DC sebagai penggerak link secara translasi dan motor servo berfungsi untuk memutar link; 5) Set point untuk mengatur pergerakan link.



Gambar 2. Rangkaian sistem kontrol dari robot manipulator fleksibel

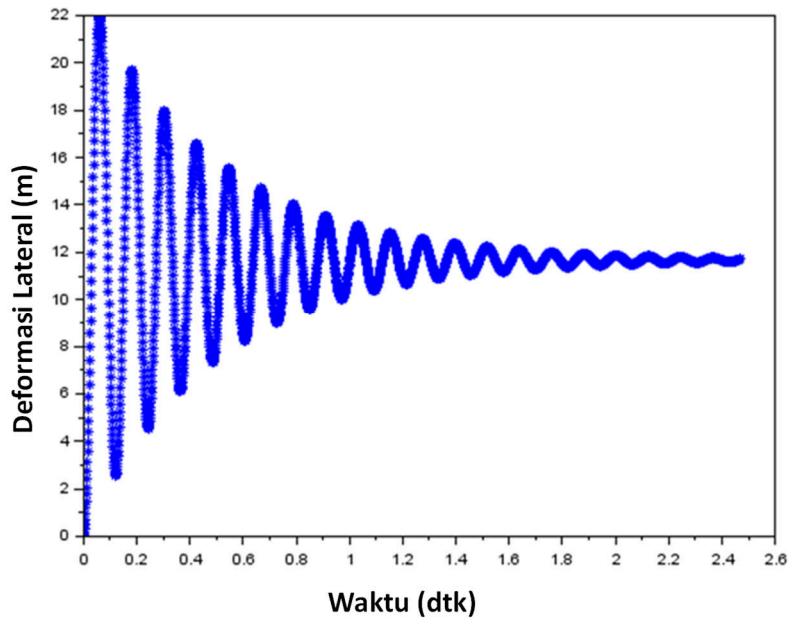
Gambar 3 menunjukkan hasil setup robot manipulator fleksibel dengan menggunakan accelerometer sebagai alat ukur getaran yang dipasang pada bagian ujung link. Pemanfaatan coding program berfungsi untuk mengontrol getaran yang terjadi pada sistem.



Gambar 3. Robot manipulator fleksibel dengan satu link.

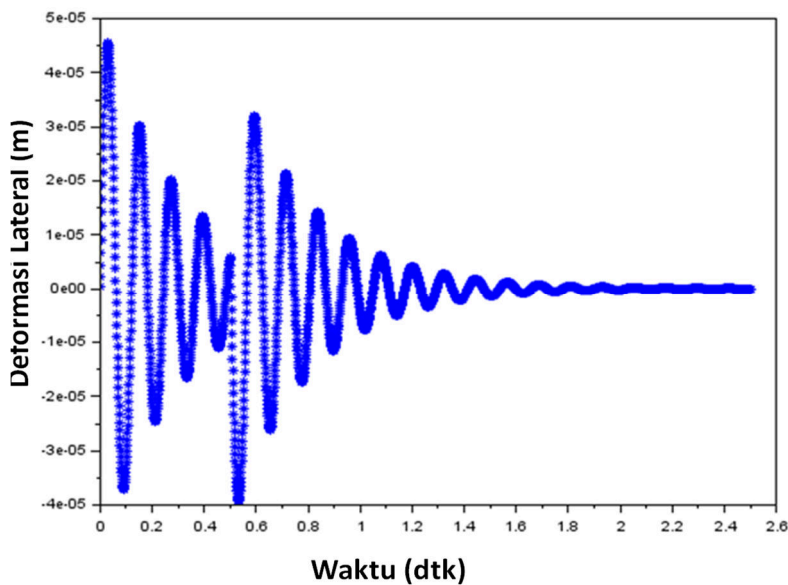
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan program komputer, getaran bebas dapat ditunjukkan pada gambar 4. Respon waktu simulasi dari deformasi lateral  $v_p$  terhadap waktu (s) pada getaran bebas. Deformasi lateral yang difokuskan pada Node 6 dari sistem dengan pengaruh gaya impuls. Kondisi getaran bebas disimulasikan dengan menggunakan gaya impuls sebesar 5 N dengan waktu 2.5 detik. Deformasi lateral mengalami penurunan deformasi secara kontinu sampai pada kondisi diam seiring dengan bertambahnya waktu.



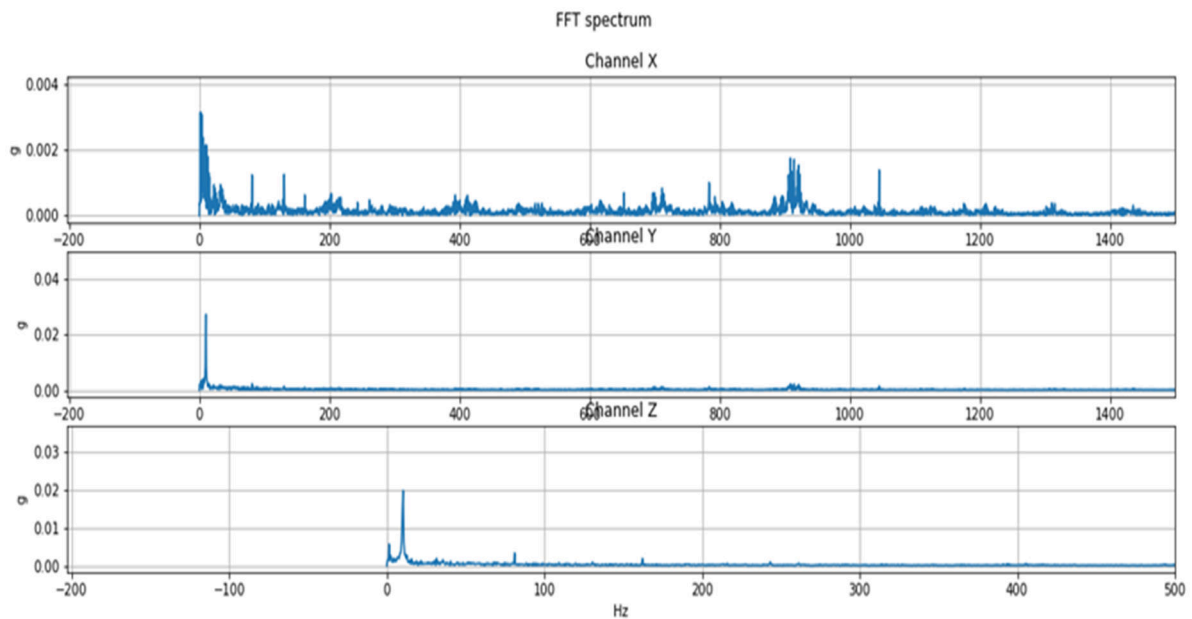
Gambar 4. Deformasi lateral pada getaran bebas.

Deformasi yang dialami sistem saat mengalami gerak translasi dan rotasi dapat ditunjukkan pada gambar 5. Respon waktu dari deformasi lateral  $v_p$  terhadap waktu (s) pada getaran sistem. Deformasi lateral yang difokuskan pada Node 6. Akibat adanya gaya eksitasi yang bekerja pada saat 0.5 detik, maka terjadi peningkatan nilai deformasi mendekati nilai deformasi awal. Dan mengalami penurunan deformasi secara kontinu sampai pada kondisi diam seiring dengan bertambahnya waktu.



Gambar 5. Robot manipulator fleksibel satu link.

Hasil eksperimen dari respon waktu terhadap deformasi lateral pada getaran bebas ditransfer melalui proses Fast Fourier Transform (FFT) untuk menghitung frekwensi alami sistem. Gambar 6 menunjukkan frekwensi natural sistem yang terjadi pada *single-link* manipulator fleksibel. Frekwensi natural yang diperoleh pada grafik sebesar 10.34 [Hz]. Jika dibandingkan dengan hasil simulasi, model grafik menunjukkan karakteristik yang sama dengan nilai frekwensi yang tidak jauh berbeda. Hal ini dapat disimpulkan bahwa simulasi dapat tervalidasi dengan benar melalui eksperimen pada getaran bebas.



Gambar 6. FFT getaran bebas

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan ditulis dengan ketentuan sebagai berikut:

- 1) Simulasi komputasi dan eksperimen getaran telah menghasilkan waktu respon serta frekuensi alami sistem melalui proses FFT pada sistem manipulator fleksibel dengan menghasilkan simulasi maupun eksperimen yang memiliki kecenderungan yang sama.
- 2) Pengontrolan menggunakan PID merupakan salah satu alternative untuk meredam getaran pada sistem.
- 3) Deformasi lateral akan mengalami penurunan nilai seiring dengan bertambahnya waktu.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Ansarieshlaghi and P. Eberhard, "Experimental study on a nonlinear observer application for a very flexible parallel robot," *Int. J. Dyn. Control*, 2018.
- [2] A. K. Muhammad, S. Okamoto, and J. H. Lee, "Computational Simulations and Experiments on Vibration Control of a Flexible Link Manipulator Using a Piezoelectric Actuator," *Eng. Lett.*, vol. 23, no. 3, 2015.
- [3] D. Dermawan, H. Abbas, R. Syam, Z. Djafar, and A. K. Muhammad, "Finite element analysis on vibration of a flexible single-link manipulator moved translationally," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 619, no. 1.
- [4] D. Dermawan, H. Abbas, R. Syam, Z. Djafar, and A. K. Muhammad, "DYNAMIC MODELING OF A SINGLE-LINK FLEXIBLE MANIPULATOR ROBOT WITH TRANSLATIONAL AND ROTATIONAL MOTIONS," *IJUM Eng. J.*, vol. 21, no. 1, pp. 228–239, Jan. 2020.
- [5] D. Suddin and A. K. Muhammad, "Eksperimen getaran pada robot manipulator yang bergerak translasi," *SINERGI*, vol. 15–2, pp. 155–165, 2017.
- [6] D. Suddin and B. Nasrullah, "RANCANG BANGUN ROBOT MANIPULATOR YANG BERGERAK SECARA TRANSLASI DAN ROTASI," 2017, vol. 1, pp. 151–156.

#### 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih khususnya ditujukan kepada Direktur dan Kepala P3M Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah memberikan pendanaan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.