

RANCANG BANGUN ROBOT MANIPULATOR YANG BERGERAK SECARA TRANSLASI DAN ROTASI

Dermawan Suddin¹⁾, Baso Nasrullah²⁾

^{1),2)} Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

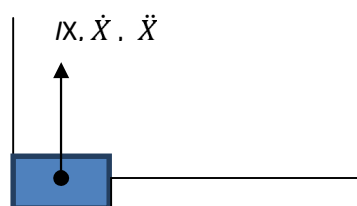
In industrial applications, robot manipulator performance is expected to achieve good work such as high speed with safe operation, improved positioning, lighter weight, and lower energy consumption. This study is devoted to the making of a robot manipulator as a prototype by focusing on conditions of translational movement and rotation that take place simultaneously. In this research, it will also study a vibration measuring instrument used to measure frequency and amplitude using accelerometer ADXL 335. The data obtained will be displayed in the form of FFT frequency graph and FFT amplitude acceleration in the software spyder. By using Fast Fourier Transform method, it can be known the frequency of vibration that occurs in manipulator. In this study, we used a manipulator of aluminum material with a length of 30 cm and 0.3 cm thick. From result of measurement that have been done hence obtained frequency of analysis equal to 6,71 Hz. While the experimental frequency obtained for 6.41 Hz. In this study, the researcher will later use a computing program that will control the movement of robots. The method used is the method of Experimental Design and Analysis.

Keywords: *Vibration, flexible manipulator, frequency*

1. PENDAHULUAN

Dalam hal gerakan, robot manipulator menimbulkan masalah baru karena harus mempertimbangkan deformasi yang terjadi akibat gerak translasi dan rotasi. 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.

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 titiknya. 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 di bawah ini:



Gambar 1. Arah gerak translasi pada manipulator

Dimana:

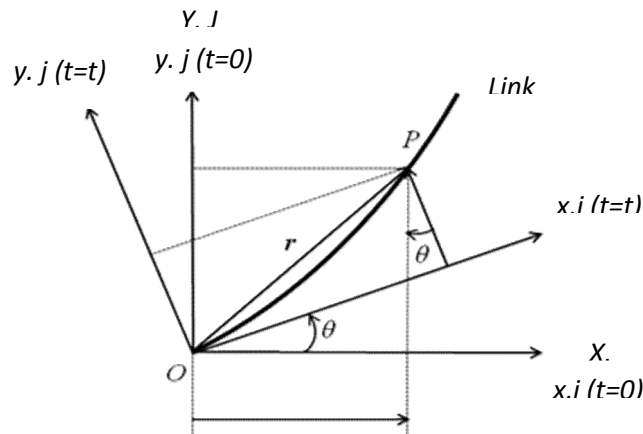
X = perpindahan

\dot{X} = Kecepatan

\ddot{X} = percepatan

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

¹ Korespondensi penulis: Dermawan Suddin, Telp 08114100141, dermawan@poliupg.ac.id



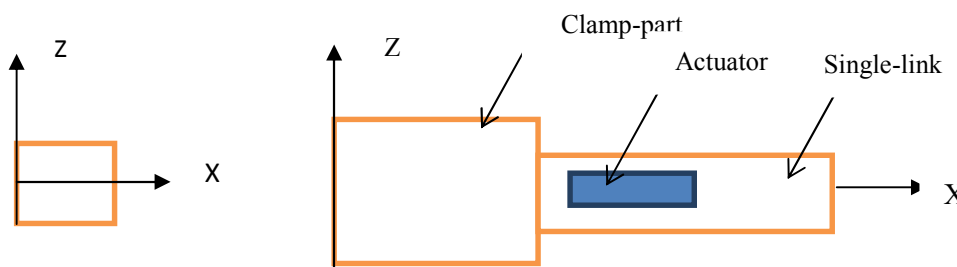
Gambar 2. Arah gerak rotasi pada manipulator

Penyebab suatu benda mengalami gerak translasi karena adanya gaya yang bekerja pada benda tersebut. Sedangkan, penyebab suatu benda mengalami gerak rotasi karena adanya momen gaya (torsi) yang bekerja pada benda tersebut. Berdasarkan hal tersebut di atas, maka peneliti akan merencanakan sebuah penelitian dengan judul “Rancang Bangun Robot Manipulator yang bergerak secara Translasi dan Rotasi”.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sebuah robot manipulator yang melakukan gerak translasi dan rotasi dengan menggunakan program komputer dalam pengoperasiannya dengan mengharapkan dapat mengetahui frekwensi getaran yang ditimbulkan akibat kedua gerakan translasi dan rotasi tersebut. Sebagai langkah awal maka peneliti akan memfokuskan pengambilan data terlebih dahulu hanya pada gerakan translasi. Untuk penelitian selanjutnya akan menganalisis penggabungan kedua gerakan tersebut.

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 yg bergerak translasi 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 di bawah ini;



Gambar 3. Model komputasional terhadap Manipulator Single Link

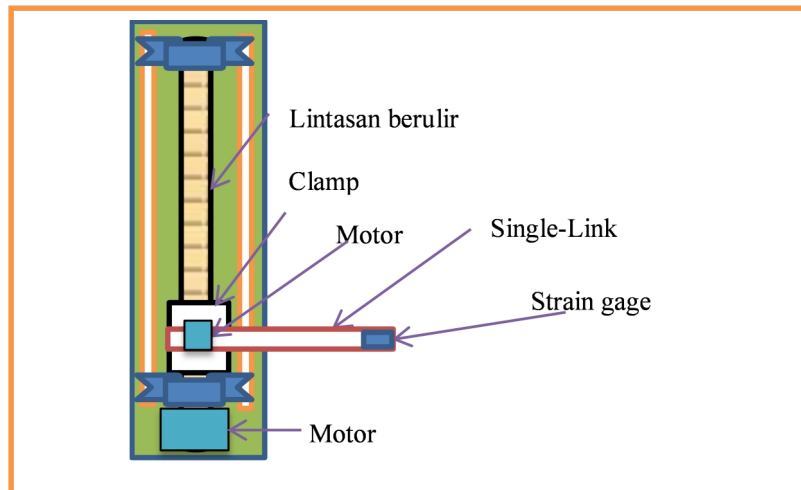
Pada penelitian ini akan menganalisis getaran yang terjadi pada sistem *single-link* manipulator. Sistem yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari balok aluminium sebagai link yang fleksibel, klem, motor servo untuk memutar link. FFT (Fast Fourier Transform) pengolahan analisis yang dikembangkan untuk menghitung sifat dinamis dari manipulator link. Sistem dan skema kontrol yang diusulkan akan diperoleh melalui eksperimen. Program computer yang digunakan pada penelitian ini yaitu *spyder*.

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 serta menganalisis getaran yang terjadi akibat gerak translasi dan rotasi. Secara garis besar, akan digambarkan dalam sebuah diagram alir penelitian. Pada pelaksanaan penelitian ini perlu dibuatkan sebuah tahapan seperti yang dituliskan di bawah ini;

Model Rancangan Robot Manipulator

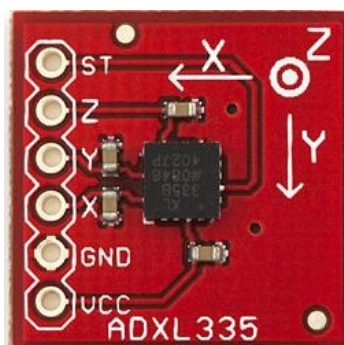
Model rancangan robot manipulator yang mengalami gerak translasi dan rotasi:



Gambar 4. Model rancangan 2D *Single-link* manipulator gerak translasi dan rotasi

Sensor Getaran

Sensor getaran adalah suatu alat yang berfungsi untuk mendeteksi adanya getaran dan 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 untuk kepentingan percobaan ataupun digunakan untuk mengantisipasi sebuah kemungkinan adanya bahaya. Salah satu jenis sensor getaran yang saat ini sering digunakan adalah *accelerometer* yang berfungsi untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran (vibrasi). Berikut ini merupakan contoh sensor *accelerometer* dengan tipe ADXL335.

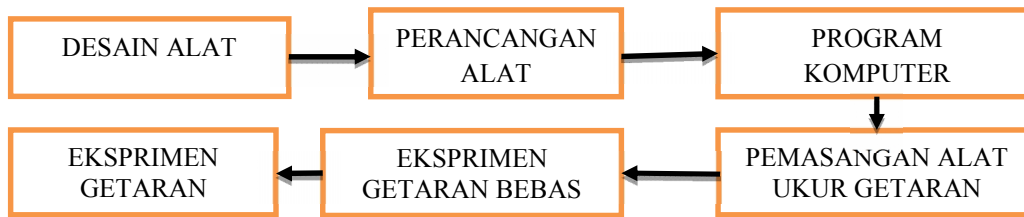


Gambar 5. Sensor *Accelerometer* ADXL335

Pada pengukuran getaran ini, digunakan sensor Accelerometer ADXL335 yang berfungsi untuk mengukur getaran (vibrasi) 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.

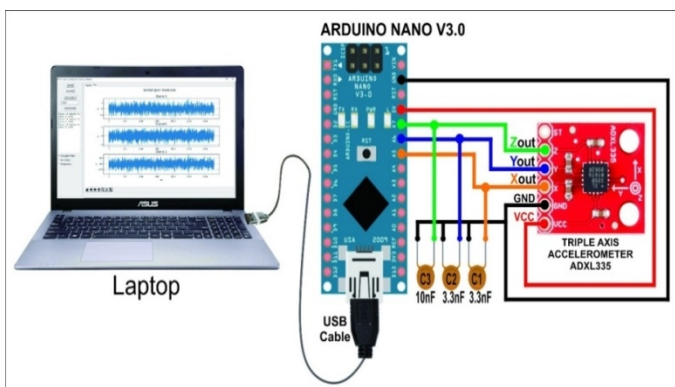
Tahapan penelitian;



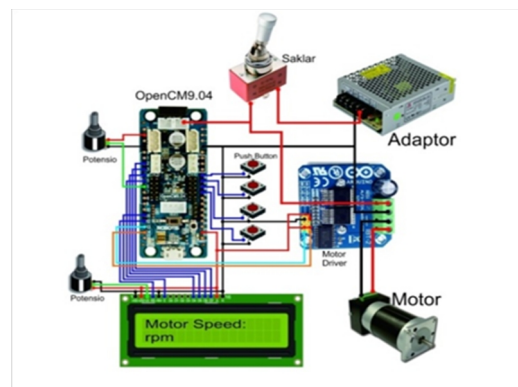
Gambar 6. Alur Penelitian

Adapun tahapan penelitian dapat dirincikan sebagai berikut:

1. Desain alat
 - a. Membuat desain gambar dari robot manipulator fleksibel.
 - b. Membuat mekanik dari sistem robot, kemudian membuat rangkaian bersama motor servo untuk gerak rotasi dan motor DC untuk gerak translasi melalui poros berulir.
 - c. Merangkai driver untuk kedua motor tersebut.
2. Membuat Program
 - a. Buat coding/program untuk kedua motor tersebut dengan menggunakan mikrokontroler.
 - b. Uji coba program, jika terdapat masalah maka dilakukan perbaikan, kemudian diuji coba lagi sampai mendapatkan hasil yang diinginkan.
3. Pemasangan alat ukur getaran
 - a. Pasang strain gage pada manipulator.
 - b. Pasang rangkaian alat ukur getaran.
4. Eksperimen getaran bebas untuk mengetahui karakteristik sistem.
 - a. Melakukan eksperimen untuk mengukur simpangan pada getaran bebas.
 - b. Melakukan plot simpangan (akan diperoleh grafik simpangan).
 - c. Transfer hasil simpangan menjadi frekuensi dengan metode FFT/fast fourier transform (akan diperoleh grafik frekuensi)
 - d. Analisis grafik tentang simpangan, amplitudo, frekuensi dan priode system.
5. Eksperimen getaran manipulator yg bergerak translasi dan rotasi
 - a. Gerakkan robot secara translasi sekaligus rotasi.
 - b. Ukur simpangan sistem pada saat sedang bergerak
 - c. Transfer hasil simpangan menjadi frekuensi dgn metode FFT/fast fourier transform
 - d. Analisis grafik tentang simpangan, amplitudo, frekuensi dan priode sistem



Gambar 7. a. Diagram alat ukur getaran



b. Skema Sistem Elektronik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

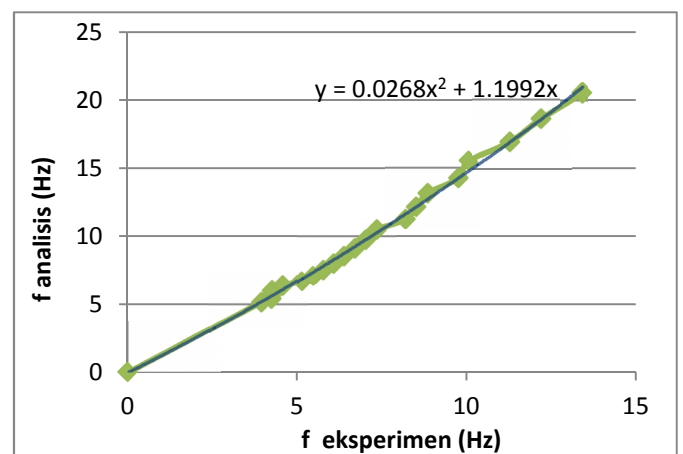
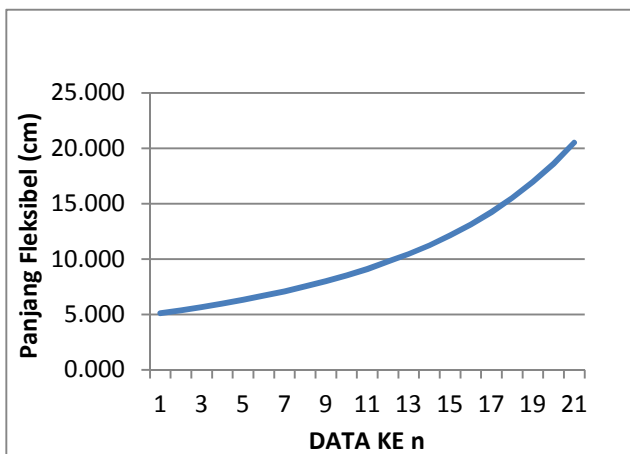


Gambar 8. Robot Manipulator Fleksibel

Setelah melalui sebuah desain dan perancangan, robot manipulator telah dihasilkan dalam bentuk prototipe sederhana seperti pada gambar 8. 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.

Tabel 1 Hasil Analisis pengujian alat ukur getaran

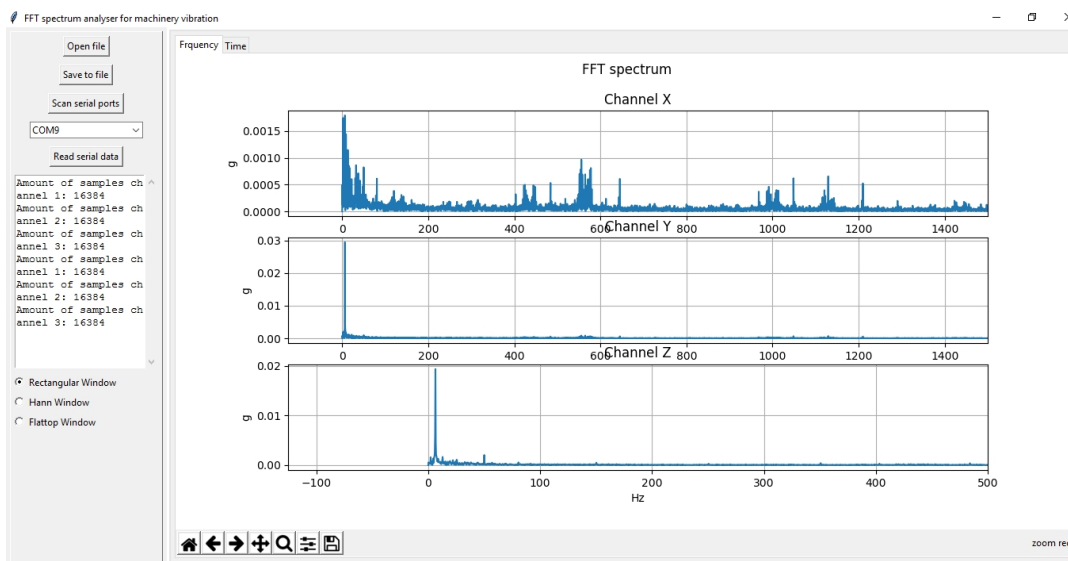
No.	L (m)	Wn	f1 ter	f1a	f1ex	No.	L (m)	Wn	f1 ter	f1a	f1ex
0	0	0	0	0	0	11	0.3	57.29542	6.71	9.123475	9.253278
1	0.4	32.22867	3.96	5.131954	5.169099	12	0.29	61.31496	7.03	9.763528	9.754856
2	0.39	33.90262	4.25	5.398506	5.580675	13	0.28	65.7728	7.35	10.47338	10.26192
3	0.38	35.71044	4.26	5.686376	5.594948	14	0.27	70.73509	8.2	11.26355	11.63547
4	0.37	37.66682	4.27	5.997901	5.609226	15	0.26	76.28089	8.51	12.14664	12.14605
5	0.36	39.78849	4.58	6.335746	6.054504	16	0.25	82.50541	8.85	13.1378	12.71196
6	0.35	42.09459	5.15	6.702961	6.886683	17	0.24	89.52409	9.75	14.25543	14.23988
7	0.34	44.60716	5.48	7.103051	7.376431	18	0.23	97.47803	10.06	15.52198	14.77621
8	0.33	47.35159	5.78	7.540062	7.826721	19	0.22	106.5411	11.28	16.96514	16.93697
9	0.32	50.3573	6.09	8.018679	8.297089	20	0.21	116.9294	12.18	18.61934	18.5821
10	0.31	53.65856	6.39	8.544357	8.757188	21	0.2	128.9147	13.42	20.52782	20.91985



Gambar 9. Grafik Frekwensi Analisis vs Frekwensi Eksperimen

Dari hasil pengambilan data Grafik di atas menunjukkan bahwa f_{analisis} memiliki nilai yang hampir sama dengan nilai $f_{\text{eksperimen}}$. Hal ini dapat dilihat pada grafik yang cenderung linear. Hal ini menunjukkan bahwa alat yang di desain telah memenuhi tujuan awal dari penelitian ini dan bisa digunakan sebagai alat praktikum di laboratorium dan dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

Hasil Eksperimen dapat dilihat pada gambar 10. dengan menggunakan robot manipulator: $f_1 = 6,41$ Hz, $f_2 = 50,05$ Hz, $f_3 = 150,16$ Hz. Jika dibandingkan dengan hasil analisis dan eksperimen tanpa menggunakan gerakan robot, pada kondisi dan posisi di $L = 30$ cm, dapat ditunjukkan bahwa frekwensinya hampir sama pada saat robot bergerak secara translasi. Hal ini disebabkan karena hasil dari desain dan perancangan robot manipulator dapat mencapai kondisi ideal yang diinginkan. Dengan menggunakan program *Spyder*



Gambar 10. Grafik Frekwensi Analisis vs Frekwensi Eksperimen

4. KESIMPULAN

- 1) Dari hasil analisis dan eksperimen menunjukkan bahwa frekwensi yang dimiliki tdk jauh beda. Hal ini menunjukkan bahwa rancangan robot single-link manipulator fleksibel berhasil dengan baik.
- 2) Robot manipulator berhasil dibuat dengan penggabungan dua buah gerakan yaitu gerak translasi dan rotasi, walaupun eksperimen yang dilakukan masih pada gerakan translasi.
- 3) Semakin panjang link manipulator, maka frekwensi yang dihasilkan semakin besar.

5. DAFTAR PUSTAKA

- A.K. Muhammad, 2015, *_Finite Element Analysis for Active force Control on Vibration of a Flexible Single link Manipulator*, *International Journal on Smart Material and Mechatronics*, IJSMM Vol. 2 No. 2.
- A.K. Muhammad et al, 2014, "Computer Simulations and Experiments on Vibration Control of a Flexible Link Manipulator Using a Piezoelectric Actuator", *Lecture Notes in Engineering and Computer Science: Proceeding of The International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists 2014*, IMECS 2014, 12 – 14 March, 2014, Hong Kong, pp. 262 – 267.
- S. Mahto, A. K. Gogoi, and U. S. Dixit, 2016, "A Comparative Study of Improved Dynamics of Single Link Flexible Revolute-Jointed Robotic Manipulator," *Procedia Eng.*, vol. 144, pp. 425–434.
- H. N. Rahimi and M. Nazemizadeh, 2013, "Dynamic analysis and intelligent control techniques for flexible manipulators: a review," *Adv. Robot.*, vol. 28, no. 2, pp. 63–76,
- X. Yang and Z. Zhong, 2013, "Dynamics and Terminal Sliding Mode Control of Two-Link Flexible Manipulators with Noncollocated Feedback," *IFAC Proc. Vol.*, vol. 46, no. 20, pp. 218–223.
- Saeed B. Niku, 2010, *"Introduction to Robotics"*, John Wiley & Sons, Second Edition, California.
- M. Lalanne et al, 1983, *Mechanical Vibration for Engineers*, John Wiley & Sons Ltd.,