

Bab 5

Simpulan dan Saran

Pada bab ini dipaparkan mengenai simpulan dari hasil penelitian Tugas Akhir dan terdapat beberapa saran dalam hal mengembangkan purwarupa lengan robot.

5.1 Simpulan

Pada penelitian Tugas Akhir ini telah dilakukan pengembangan lebih lanjut terkait analisis kinematika, dinamika, serta perancangan pengontrol pada suatu purwarupa lengan robot. Aspek kinematika lengan robot membahas mengenai pose lengan robot yang akan dicapai, sedangkan dinamika lengan robot membahas mengenai energi yang bekerja pada lengan robot tersebut. Dalam aspek dinamika ini juga membahas mengenai perancangan pengontrol lengan robot yang mampu memperoleh pose yang aktual lengan robot yang mendekati pose yang diinginkan. Perancangan pengontrol ini menggunakan pengontrol PID dimana pengontrol PID memiliki tiga parameter yaitu K_p , K_d , dan K_i . Ketiga parameter tersebut akan menentukan apakah sistem mampu mencapai kriteria performansi yang diinginkan. Untuk memperoleh nilai optimal dari ketiga parameter pengontrol tersebut, ada dua metode yang umum digunakan yaitu penalaan secara manual pada implementasi dan penalaan secara analitik menggunakan metode Ziegler-Nichols. Kemudian membandingkan hasil implementasi dari penalaan secara manual dan penalaan secara analitik. Nilai rata-rata osilasi yang dihasilkan dengan penalaan secara simulasi dari *link* satu hingga *link* tiga yaitu $0,8348^\circ, 0,1232^\circ, 1,7172^\circ$, sedangkan untuk penalaan secara manual yaitu $0,9002^\circ, 0,1688^\circ, 0,6552^\circ$. Dari perbandingan penalaan pada implementasi yang dilakukan penelitian Tugas Akhir ini, disimpulkan bahwa perancangan pengontrol PID mampu membuat lengan robot mendekati *setpoint* yang diinginkan dan perancangan pengontrol PID secara simulasi lebih optimal dibandingkan dengan manual.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan dalam hal mengembangkan purwarupa lengan robot antara lain:

1. Mengembangkan kontrol lengan robot dengan memperhitungkan pergerakan *base* robot.
2. Mengembangkan lengan robot yang mampu melakukan kegiatan *pick and place*.
3. Memperbaiki desain rancang bangun lengan robot dengan memperhitungkan gaya-gaya yang bekerja pada lengan robot.
4. Menambahkan komponen sensor rotary encoder pada *link* dua dan *link* tiga untuk memperkecil eror dari pergerakan lengan robot.
5. Merancang kembali *link* tiga robot karena pada *link* tiga hanya memiliki satu tumpuan yang menyebabkan *link* tersebut menjadi tidak kaku (*rigid*).

Daftar Pustaka

- [1] K. Ogata, *Modern Control Engineering*. Prentice Hall, 2009.
- [2] R. N. Jazar, *Theory of applied robotics: kinematics, dynamics, and control*. Springer Science & Business Media, 2010.
- [3] A. Concha Sánchez, J. F. Figueroa-Rodríguez, A. G. Fuentes-Covarrubias, R. Fuentes-Covarrubias, and S. K. Gadi, “Recycling and updating an educational robot manipulator with open-hardware-architecture,” *Sensors*, vol. 20, no. 6, p. 1694, 2020.
- [4] S. Gómez, G. Sánchez, J. Zarama, M. C. Ramos, J. E. Alcántar, J. Torres, A. Núñez, S. Santana, F. Nájera, and J. Lopez, “Design of a 4-dof robot manipulator with optimized algorithm for inverse kinematics,” *International Journal of Mechanical and Mechatronics Engineering*, vol. 9, no. 6, pp. 929–934, 2015.
- [5] J. J. Craig, *Introduction to robotics: mechanics and control, 3/E*. Pearson Education India, 2009.
- [6] I. H. Ayega, *Studi dan Implementasi Teknik Pemodelan dan Pengontrolan Lengan Robot Tiga Derajat Kebebasan*. Universitas Katolik Parahyangan, Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, 2020.
- [7] “<http://mekatronika.unpar.ac.id/profil/> (ditelusuri pada 28 desember 2020).”
- [8] P. Corke, *Robotics, vision and control: fundamental algorithms in MATLAB® second, completely revised*. Springer, 2017, vol. 118.
- [9] M. W. Spong and M. Vidyasagar, *Robot dynamics and control*. John Wiley & Sons, 2008.
- [10] J. J. Craig, P. Hsu, and S. S. Sastry, *Adaptive control of mechanical manipulators*. Sage Publications Sage UK: London, England, 1987, vol. 6, no. 2.
- [11] J. N. Pires, *Industrial robots programming: building applications for the factories of the future*. Springer Science & Business Media, 2007.

- [12] M. Kalasariya, V. Patel, and A. Thakkar, “Comparative study of iterative inverse kinematics methods for serial manipulators.” *International Journal of Engineering Research Technology (IJERT)*, 2018.
- [13] J. Fang, T. Mei, J. Chen, and J. Zhao, “An iteration method for inverse kinematics of redundancy robot,” in *2014 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation*. IEEE, 2014, pp. 1005–1010.
- [14] M. M. . S. Maddock, “Real-time inverse kinematics: The return of the jacobian,” Tech. Rep., 2004. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/228980657_Real-time_inverse_kinematics_The_return_of_the_Jacobian
- [15] R. MacAusland, “The moore-penrose inverse and least squares,” *Math 420: Advanced Topics in Linear Algebra*, pp. 1–10, 2014.
- [16] A. Aristidou and J. Lasenby, “Inverse kinematics: a review of existing techniques and introduction of a new fast iterative solver.” University of Cambridge, Department of Engineering, 2009.
- [17] J. Swevers, W. Verdonck, and J. De Schutter, “Dynamic model identification for industrial robots,” *IEEE control systems magazine*, vol. 27, no. 5, pp. 58–71, 2007.
- [18] R. K. Mandava and P. R. Vundavalli, “Design of pid controllers for 4-dof planar and spatial manipulators,” in *2015 International Conference on Robotics, Automation, Control and Embedded Systems (RACE)*. IEEE, 2015, pp. 1–6.
- [19] A. Ghosal, “Kinematics of serial manipulators,” *Department of Mechanical Engineering, Indian Institute of Science, Bangalore*, 2015.
- [20] K. J. Åström and T. Hägglund, *PID control*, 2006, vol. 1066.