

BAB II LITERATURE REVIEW

2.1 Pengantar Robotika

Robotika adalah suatu ilmu yang mempelajari tentang robot. Istilah Robot pertama kali dipakai oleh dramawan dan novelis Ceko, Karol Capek pada tahun 1917. Kata Robot berasal dari bahasa Ceko yaitu *robota* yang memiliki makna kerja. Robot dari segi bentuk terbagi atas robot *mobile*, *humanoid*, dan robot Manipulator. Pada penelitian ini robot yang digunakan adalah robot Manipulator.

2.2 Robot Manipulator

Robot Manipulator merupakan jenis robot non-mobile yang berbentuk menyerupai tangan manusia. Mekanik robot Manipulator terdiri dari susunan *link* (rangka), *joint* (engsel), *End of Effector*, *Tools*, dan *DOF (Degree of Freedom)* yang mampu menghasilkan gerakan yang terkontrol.

- *Link*

Bagian robot yang bentuknya tetap dan dapat bergerak. *Link* biasanya dihubungkan dengan *joint*.

- *Joint*

Penghubung *link* dengan *link* atau *base* yang dapat bergerak aktif biasanya terdapat *actuator*.

- *End of Effector*

Ujung robot yang dapat berinteraksi dengan objek.

- *Tools*

Bagian yang diletakkan pada ujung robot (*End of Effector*).

Terdapat banyak jenis *tools* yang dapat dipasang. Namun pada robot lengan *tools* umumnya berupa *gripper* atau penjepit.

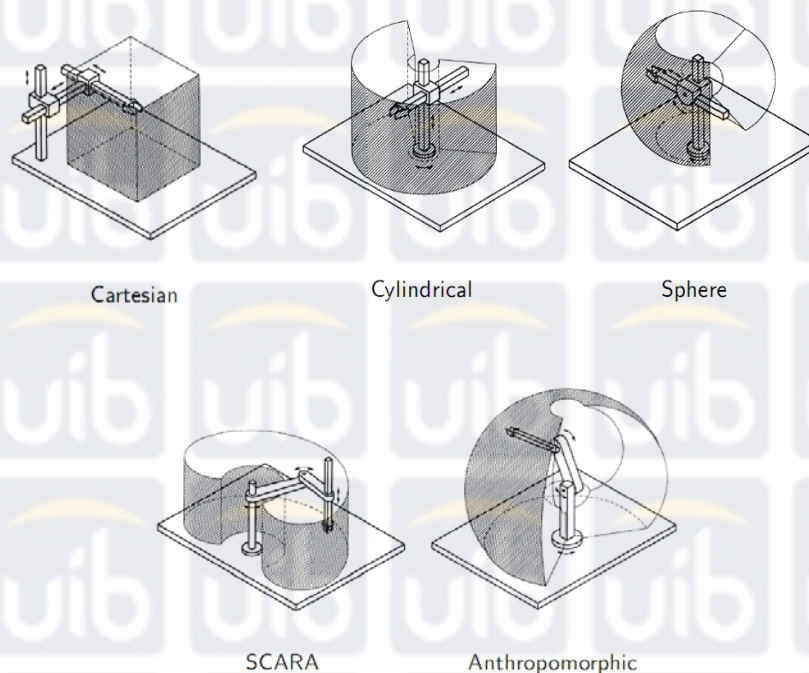
- *DOF (Degree of Freedom)*

Merupakan jumlah derajat kebebasan atau jumlah gerakan independen yang dapat dilakukan oleh suatu robot.

Perpaduan dari mekanik yang terstruktur menghasilkan suatu bentuk geometri dari Manipulator robot yang dapat diklasifikasikan berdasarkan sumbu. Secara umum terdapat lima bentuk robot yang digunakan di industri, yaitu :

- Robot Kartesian terdiri dari 3 (tiga) sumbu linear yang saling tegak lurus, yang disingkat dengan PPP.
- Robot Silindris terdiri dari 2 (dua) sumbu linear dan 1 (satu) sumbu rotasi, yang disingkat dengan RPP.
- Robot Spheris atau polar terdiri dari 1 (satu) sumbu linear dan 2 (dua) sumbu rotasi, yang disingkat RRP.
- Robot Artikulasi terdiri dari 3 (tiga) sumbu rotasi, yang disingkat RRR.
- Robot SCARA (*Selectively Assembly Robot Arm*) terdiri dari 1 (satu) sumbu linear dan 2 (dua) sumbu rotasi (RRP).

Gambar 2.1 merupakan gambar konfigurasi robot Manipulator dengan bentuk geometri yang berbeda – beda. Pada penelitian ini robot Manipulator yang digunakan adalah Articulated Robot (Anthropomorphic), karena pergerakannya lebih bebas seperti layaknya lengan manusia. Kemudian desainnya lebih mudah dibandingkan dengan konfigurasi model lainnya.



Gambar 2.1 Konfigurasi Robot
Sumber : Robot Kinematics, Vaclav Hlavac (2011)

2.3 Permodelan Matematika Robot Manipulator

Kinematika merupakan studi analitis pergerakan lengan robot (*robot arm*) terhadap sistem kerangka koordinat referensi yang diam atau bergerak tanpa memperhatikan gaya yang menyebabkan pergerakan tersebut. Permodelan

matematika robot Manipulator merupakan rancangan kinematika atau gerak robot berdasarkan konfigurasi robot Manipulator, karena setiap konfigurasi memiliki permodelan yang berbeda pula. Model matematika kinematika robot Manipulator terbagi menjadi dua, yaitu: kinematika maju (*Direct / Forward Kinematic*) dan kinematika terbalik (*Inverse Kinematic*).

- Kinematika maju (*Direct/Forward Kinematics*) : *angles to positions*

Diketahui : panjang setiap *link* dan sudut setiap *joint*

Informasi yang akan diperoleh : posisi dari ujung lengan robot dalam kerangka 3D (Tiga Dimensi).

- Kinematika terbalik (*Inverse Kinematics*) : *positions to angles*

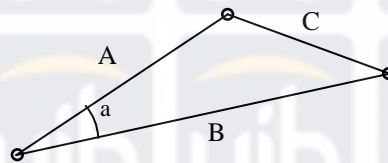
Diketahui : panjang setiap *link*, posisi ujung lengan robot

Informasi yang akan diperoleh : sudut masing *joint* untuk dapat mencapai posisi tersebut.

Berdasarkan perbandingan hasil yang didapatkan dari dua jenis perhitungan kinematika menurut Baki Koyuncu (2007) bahwa Analisa kinematika terbalik menentukan sudut bersama untuk posisi yang diinginkan dan orientasi dalam ruang Kartesian, dimana untuk menyelesaikan perhitungan sudut masing – masing *joint* apabila diketahui panjang pada setiap *link* dan posisi ujung lengan robot dapat menggunakan hukum kosinus.

2.4 Hukum Kosinus

Aturan kosinus pada umumnya digunakan untuk menghitung sudut pada segitiga. Nilai pada sudut – sudutnya dapat diukur atau dihitung, apabila panjang pada tiap sisi diketahui, sehingga dapat diaplikasikan pada perhitungan lengan robot. Analisa kosinus digunakan untuk menghitung besarnya sudut pada tiap *joint* (penghubung antar lengan). Dapat dilihat pada Gambar 2.2 bahwa hukum kosinus dapat digunakan untuk menghitung sudut lengan robot, jika diketahui panjang lengan pada robot.

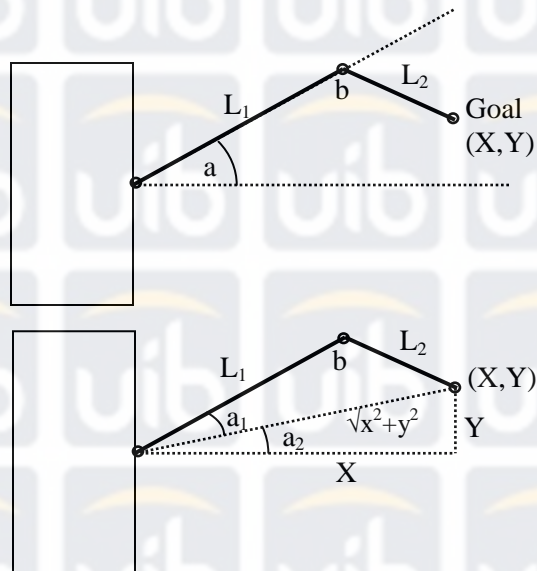


Gambar 2.2 Cosine Law

$$\cos(a) = \frac{A^2 + B^2 - C^2}{2AB} \quad (2.1)$$

Dimana a = sudut antara A dan B

Pada saat *End of Effector* Robot Manipulator bergerak dan menuju target posisi atau berada di satu titik koordinat, maka lengan robot akan membentuk sebuah sudut segitiga. Oleh karena itu dapat yang dapat dihitung menggunakan hukum kosinus seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Metode analisa *invers kinematic*

Analisa kosinus yang diambil berdasarkan Gambar 2.3, dan diklasifikasikan sebagai berikut.

(*Cosine Law.*)

$$\cos(a_2) = \frac{X}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \quad (2.2)$$

$$a_2 = \cos^{-1} \left(\frac{X}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \right) \quad (2.3)$$

$$\cos(a_1) = \frac{L_1^2 + X^2 + Y^2 - L_2^2}{2L_1\sqrt{X^2 + Y^2}} \quad (2.4)$$

$$a = \cos^{-1} \left(\frac{L_1^2 + X^2 + Y^2 - L_2^2}{2L_1\sqrt{X^2 + Y^2}} \right) + a_2 \quad (2.5)$$

$$\cos(b) = \frac{L_1^2 + L_2^2 - (X^2 + Y^2)}{2L_1L_2} \quad (2.6)$$

$$b = \cos^{-1} \left(\frac{L_1^2 + L_2^2 - (X^2 + Y^2)}{2L_1L_2} \right) \quad (2.7)$$

Keterangan

L1 = Lengan 1

L2 = Lengan 2

a = sudut segitiga (a1 + a2)

b = sudut segitiga antara Lengan 1 dan Lengan 2

(X, Y) = Koordinat target