

# Jawaban 4b

Oleh Muhammad Akmal  
NIM 19624235 | STEI-K

## A KINEMATICS: OBJECT DETECTION, POSE ESTIMATION, DAN CAMERA CALIBRATION

---

### 1. OBJECT DETECTION

Kinematika dalam robotika mengacu pada studi gerakan benda tanpa mempertimbangkan gaya yang menyebabkannya. **Object detection** adalah teknik yang digunakan untuk mendeteksi objek tertentu dari gambar atau video, penting dalam navigasi robot otonom dan interaksi dengan lingkungannya. Ada beberapa metode dalam object detection:

- **Classical Methods:** Seperti algoritma Haar Cascades atau HOG (Histogram of Oriented Gradients), yang menggunakan fitur visual sederhana.
- **Deep Learning:** Menggunakan jaringan saraf konvolusi (CNN) seperti YOLO (You Only Look Once), SSD (Single Shot Detector), atau Faster R-CNN yang sangat akurat dalam mendeteksi objek dalam gambar.

### 2. POSE ESTIMATION

**Pose estimation** adalah proses memperkirakan orientasi dan posisi (pose) objek atau robot di ruang 3D berdasarkan input sensor, seperti gambar dari kamera. Pose estimation sering digunakan dalam manipulasi robot dan Augmented Reality. Teknik yang sering digunakan:

- **2D Pose Estimation:** Menggunakan keypoints (titik penting) dalam citra untuk menentukan posisi tubuh manusia atau benda.
- **3D Pose Estimation:** Lebih kompleks karena harus memperhitungkan kedalaman dan perspektif. Algoritma seperti PnP (Perspective-n-Point) atau jaringan saraf tiruan sering digunakan.

### 3. CAMERA CALIBRATION

**Camera calibration** adalah proses menentukan parameter internal dan eksternal kamera agar kamera dapat digunakan untuk aplikasi pengukuran 3D atau robotika. Ini melibatkan kalibrasi matriks intrinsik kamera (seperti focal length, principal point) dan distorsi lensa. Algoritma seperti **Zhang's Method** sering digunakan, yang membutuhkan beberapa gambar dari pola kalibrasi (seperti checkerboard) untuk menghitung parameter tersebut.

## B ADRC (ACTIVE DISTURBANCE REJECTION CONTROL)

---

**ADRC (Active Disturbance Rejection Control)** adalah teknik kontrol canggih yang dirancang untuk secara aktif menolak gangguan dalam sistem yang dikontrol, baik itu gangguan internal (seperti variasi parameter) atau gangguan eksternal (seperti perubahan beban).

ADRC tidak bergantung pada model matematis yang tepat dari sistem, sehingga sangat berguna dalam sistem non-linear yang kompleks atau tidak pasti. Ada tiga komponen utama dalam ADRC:

- **Tracking Differentiator (TD):** Digunakan untuk memproses sinyal referensi dan memperkirakan kecepatan dari sinyal input secara real-time.
- **Extended State Observer (ESO):** Bagian ini memperkirakan gangguan total dari sistem, baik internal maupun eksternal, serta status sistem (misalnya, posisi dan kecepatan).
- **Nonlinear State Error Feedback (NLSEF):** Pengendalian dilakukan menggunakan umpan balik kesalahan status, dengan kompensasi gangguan total yang diperoleh dari ESO.

Keunggulan utama ADRC adalah kemampuannya menolak gangguan dan ketidakpastian dalam sistem tanpa memerlukan model yang sangat akurat, yang sering kali menjadi keterbatasan dalam kontrol PID klasik.

## C PID (PROPORTIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVE) CONTROL

---

**PID (Proportional-Integral-Derivative)** adalah salah satu algoritma kontrol yang paling umum digunakan dalam robotika dan kontrol industri. PID digunakan untuk mengendalikan sistem dinamis agar mencapai output yang diinginkan dengan meminimalkan kesalahan antara output aktual dan setpoint (nilai target).

- **Proportional (P):** Bagian ini menghasilkan respons yang sebanding dengan besarnya kesalahan. Jika kesalahan besar, sinyal kontrol juga besar. Namun, kontrol P saja tidak cukup karena bisa menyebabkan overshoot (kelebihan respon).
- **Integral (I):** Bagian ini memperhitungkan akumulasi kesalahan dari waktu ke waktu, yang membantu menghilangkan offset (bias) jangka panjang. Namun, bagian I dapat menyebabkan respon yang lambat atau osilasi jika tidak disetel dengan benar.
- **Derivative (D):** Bagian ini memperkirakan laju perubahan kesalahan, sehingga menghasilkan sinyal kontrol yang lebih cepat dan halus dengan mencegah osilasi.

PID dapat disetel menggunakan berbagai metode, seperti metode Ziegler-Nichols, yang membantu menentukan nilai optimal dari gain P, I, dan D. Meski sederhana, PID sangat efektif dan digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti kontrol kecepatan motor, kontrol suhu, dan stabilisasi robot.

## D A\* (A STAR) ALGORITHM

---

**A\* (A Star)** adalah algoritma pencarian jalur yang sangat efisien dan banyak digunakan dalam robotika untuk navigasi dan perencanaan jalur. Algoritma ini digunakan untuk menemukan jalur terpendek dari satu titik ke titik lain, misalnya dari posisi awal robot ke tujuan tertentu dalam lingkungan yang berisi rintangan.

### CARA KERJA:

A\* bekerja dengan menggunakan dua fungsi biaya (*cost function*):

- **$g(n)$** : Biaya dari titik awal hingga ke node saat ini ( $n$ ).
- **$h(n)$** : Heuristic, yaitu perkiraan biaya dari node saat ini ( $n$ ) ke tujuan. Fungsi ini membantu A\* untuk lebih efisien dibandingkan algoritma pencarian lainnya, seperti Dijkstra.

Total biaya adalah:  **$f(n) = g(n) + h(n)$** . Algoritma memilih jalur yang meminimalkan nilai  $f(n)$ .

### **KEUNGGULAN:**

- **Optimal dan Lengkap**: Jika heuristic-nya **admissible** (tidak melebihi biaya sebenarnya dari node ke tujuan), A\* akan menemukan jalur terpendek.
- **Efisien**: Dengan heuristic yang baik, A\* bisa sangat cepat dalam lingkungan yang besar dan kompleks.

### **APLIKASI:**

A\* digunakan dalam robotika untuk navigasi, seperti pada robot pembersih (vacuum) atau mobil otonom serta digunakan dalam permainan video untuk pathfinding.