



ETH3F3- Instrumentasi dan Pengukuran Elektrik

Teknologi Sensor Modern

S1TEKNIK ELEKTRO – Fakultas Teknik Elektro





Biosensor

LiDAR sensor

Sensor Fusion

ADAS sensor

Smart Sensor



Photonic Sensor

Gesture Recognition

Large area sensor

Energy Harvesting

Electronic Skin/ Skinput



Biosensor

Sensor (transduser) yang mengubah sinyal dari komponen hayati menjadi luaran elektronik yang terukur.

Biosensor juga dapat diartikan sebagai sebuah alat analisis yang mengkombinasikan **komponen biologis** dengan **detektor fisikokimia**.

Biosensor terdiri atas:

Elemen biologis sensitif

seperti jaringan, mikroorganisme, organel, reseptor sel, enzim, antibodi, asam nukleat, dan sebagainya.



Alat pembaca biosensor

terkait dengan elektronika atau pemroses sinyal untuk ditampilkan.

Transduser yang bekerja secara fisikokimia

(optis, piezoelektris, elektrokimia, dan sebagainya)



APLIKASI biosensor



Pregnancy test




Glucose monitoring device



Infectious disease biosensor from RBS



LIDAR (Light Detection and Ranging)


- Teknologi peraba jarak jauh optik yang **mengukur properti cahaya yang tersebar untuk menemukan jarak dan/atau informasi lain dari target yang jauh.**
 - Metode untuk menentukan jarak menuju objek atau permukaan adalah dengan menggunakan **pulsa laser.**
 - Seperti teknologi radar, yang menggunakan gelombang radio daripada cahaya, jarak menuju objek ditentukan dengan mengukur selang waktu antara transmisi pulsa dan deteksi sinyal yang dipancarkan.
 - Teknologi LIDAR memiliki aplikasi dalam bidang geodesi, arkeologi, geografi, geologi, geomorfologi, seismologi, peraba jarak jauh dan fisik atmosfer.
- 



LIDAR (Light Detection and Ranging)

Sebutan lain untuk LIDAR adalah ALSM (Airborne Laser Swath Mapping) dan altimetri laser. Akronim LADAR (Laser Detection and Ranging) sering digunakan dalam konteks militer.

Sebutan radar laser juga sering digunakan tetapi kurang tepat, karena LIDAR menggunakan cahaya laser dan bukan gelombang radio yang merupakan dasar dari radar konvensional.



PRINSIP KERJA

- ▶ LiDAR melakukan penghitungan jarak dengan cara mengeluarkan sinar dari *laser transmitter* ke suatu permukaan. Kemudian menghitung waktu yang dibutuhkan sinar laser tersebut untuk kembali ke *receptor*. Untuk menghitung jarak, LiDAR menggunakan rumus sebagai berikut:

$$d = \frac{c \times t}{2}$$

Keterangan:


d = Jarak antara sensor dan objek yang diukur (m)

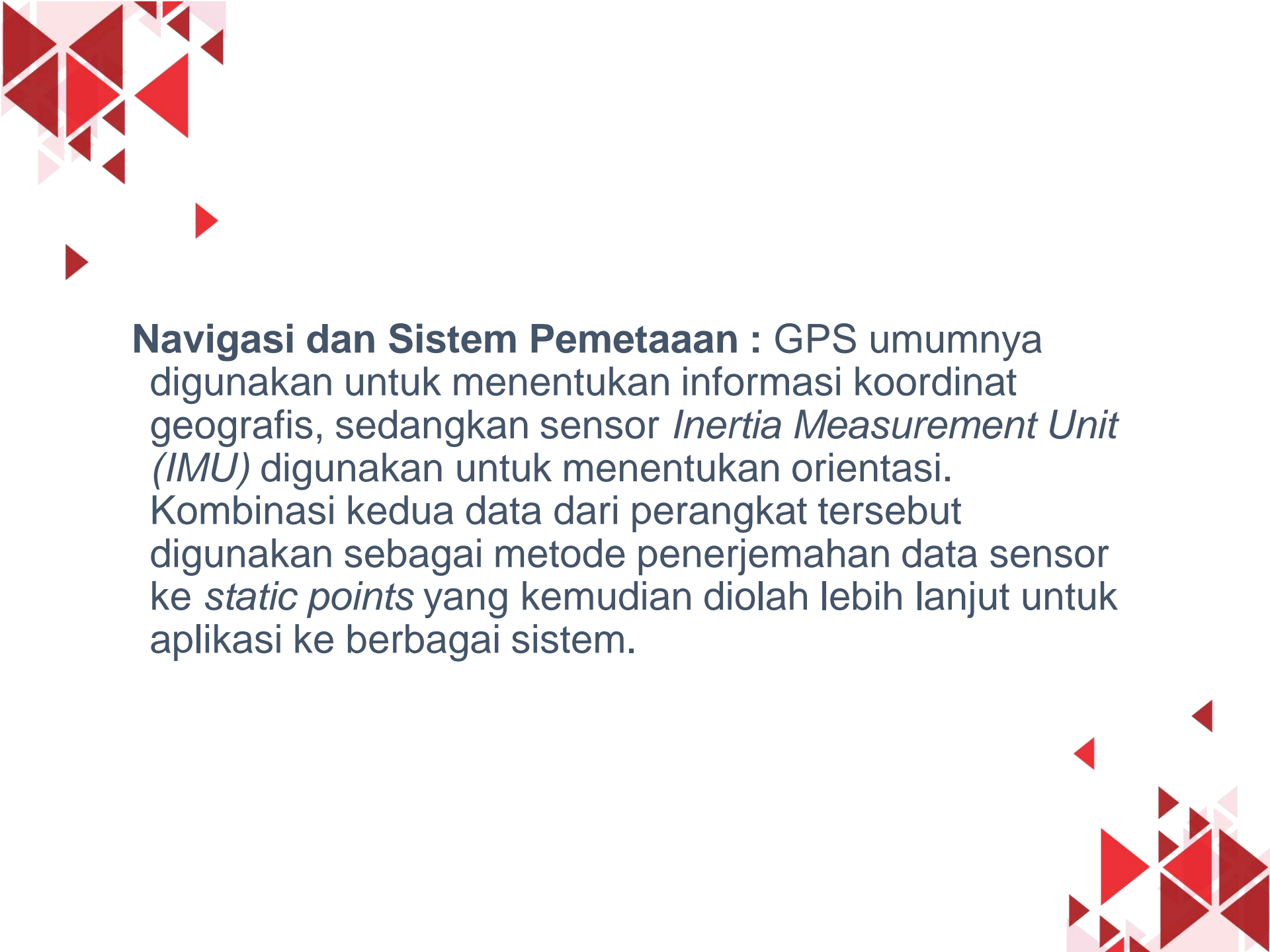
c = Kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

t = Waktu tempuh sinyal (s)



Komponen Pada LiDAR

1. **Laser** : LiDAR untuk *mapping* udara, umumnya menggunakan YAG laser dengan panjang gelombang 1064 nm atau 532 nm (*bathymetric meter*).
 2. **Pemindai dan Optik** : Berbagai macam mode pemindaian tersedia tergantung keperluan, seperti *azimuth & elevation, dual oscillating plane mirrors, dual axis scanner dan polygonal mirrors*. Jenis perangkat optik menentukan resolusi dan jangkauan yang dapat dipindai oleh LiDAR.
 3. **Photo Detector dan Receiver**: Ada dua macam *photo detector* yang umum digunakan pada sistem LiDAR, yaitu photodioda dan *photomultipliers*
- 



Navigasi dan Sistem Pemetaan : GPS umumnya digunakan untuk menentukan informasi koordinat geografis, sedangkan sensor *Inertia Measurement Unit (IMU)* digunakan untuk menentukan orientasi. Kombinasi kedua data dari perangkat tersebut digunakan sebagai metode penerjemahan data sensor ke *static points* yang kemudian diolah lebih lanjut untuk aplikasi ke berbagai sistem.

APLIKASI LIDAR YANG SUDAH ADA

1. Sistem Pemetaan Udara Pemkot Surabaya

2. Turtlebot3 : *mobile*

robot buatan Robotis yang didesain robot untuk edukasi komprehensif dan pengembangan teknologi robotika khususnya, berfokus pada *Robot Operating System* dan sistem navigasi LiDAR bagi Universitas dan *developer* robotika dari berbagai kalangan. Turtlebot 3 memadukan performa mini PC Raspberry Pi, ROS, *mobile robot*, dan teknologi LiDAR dalam satu *platform* robot.



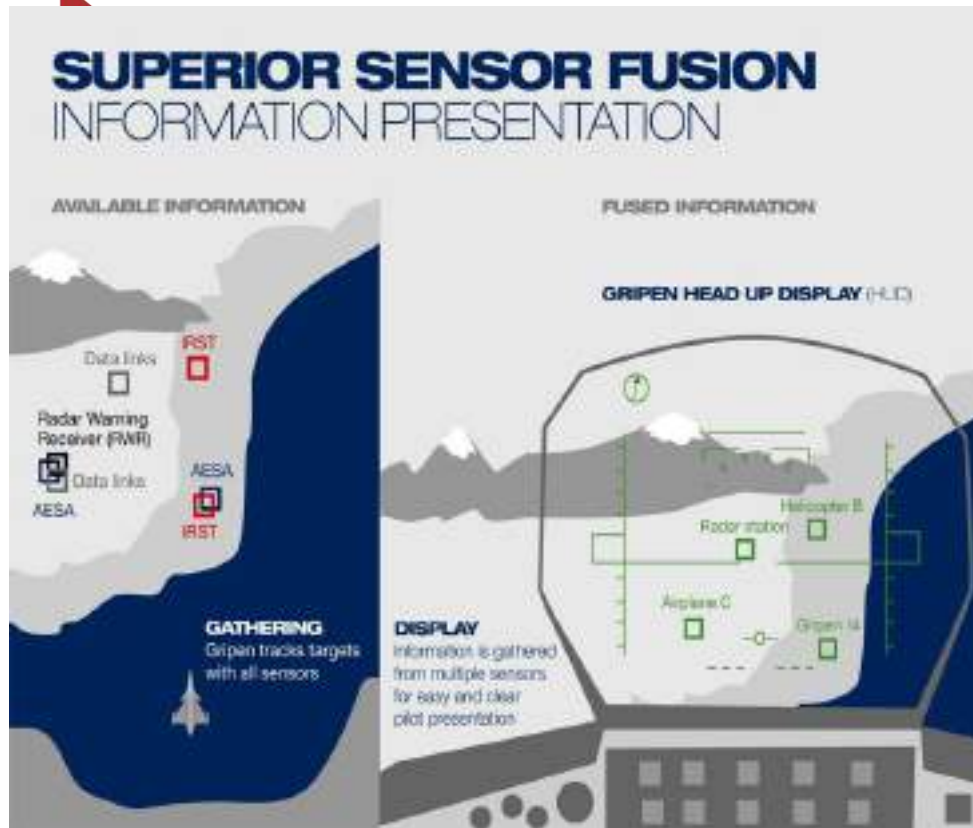
3. LIDAR PADA DRONE



4. LIDAR PADA **Autonomous Vehicle**

DLL


SENSOR FUSION



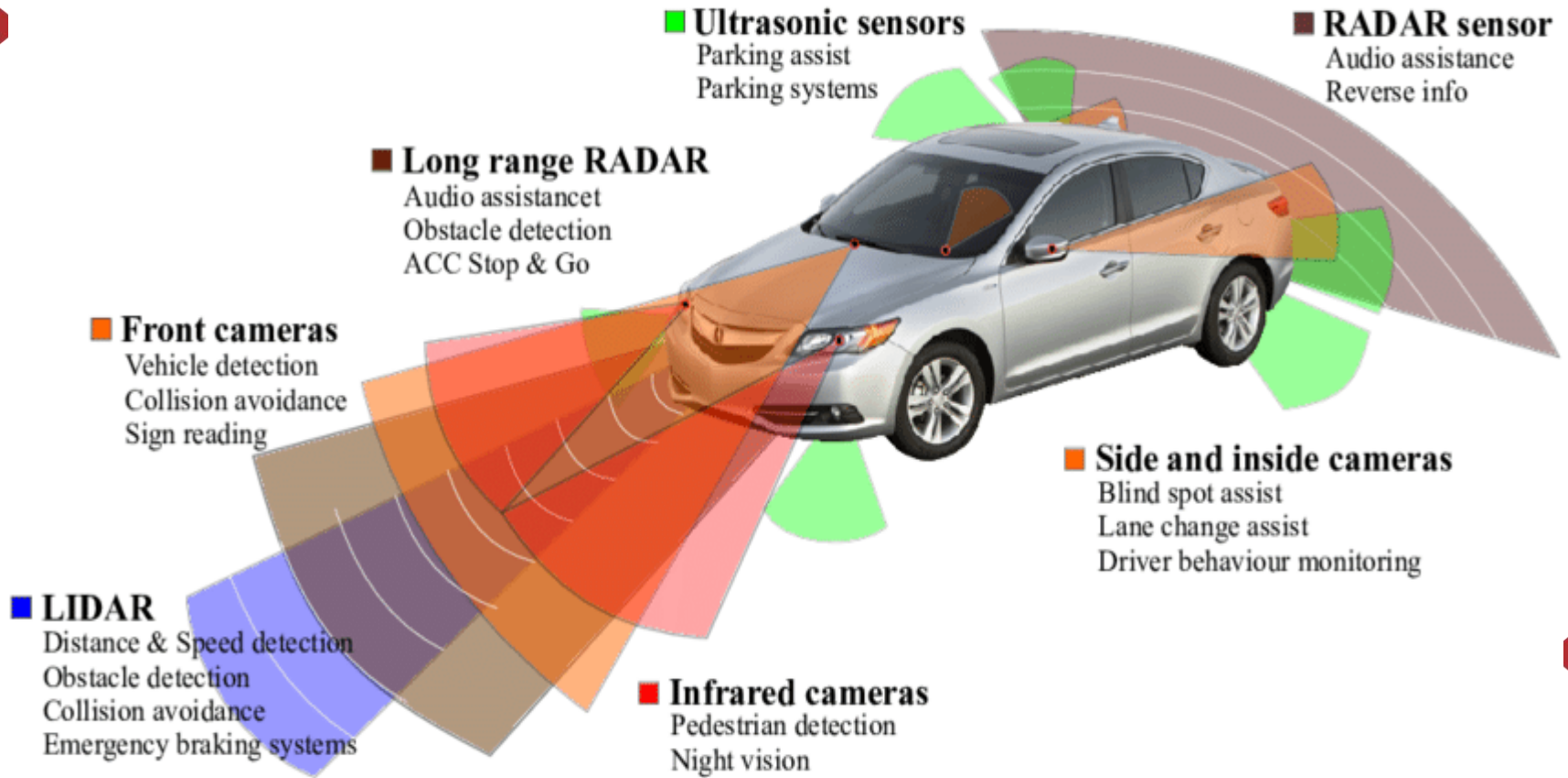
Sensor fusi merupakan metode penggabungan dua jenis sensor yang berbeda dimana memiliki karakteristik hampir sama untuk mendapatkan suatu fungsi baru. Salah satu fungsi dari sensor fusi adalah mendapatkan perbandingan antara dua sensor yang digabungkan.



ADAS (ADVANCED DRIVER ASSISTANCE SYSTEMS)

- Sistem bantuan pengemudi tingkat lanjut bertujuan untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengemudi kendaraan pribadi, kendaraan komersial maupun kendaraan khusus.
 - Sistem ini memberikan akses kepada pengemudi untuk mengetahui keadaan di sekitar kendaraannya.
 - Sistem ini terdiri dari kamera, sensor cahaya, sensor ultrasonik, sensor LIDAR dan lain-lain yang digunakan dalam pengenalan lampu merah dan rambu-rambu lalu lintas, deteksi titik buta (*blind spot*), kontrol pengemudian adaptif dan sebagainya.
- 

ADAS (ADVANCED DRIVER ASSISTANCE SYSTEMS)



SMART SENSOR (SENSOR PINTAR)

Meter monoksida



Sensor amonia




- Sebuah piranti yang mengambil input fisik dari lingkungan dan mengolah datanya menggunakan fungsi yang telah ditentukan sebelum ditampilkan.
- Sensor pintar memberikan hasil pengukuran data lingkungan yang lebih akurat dan lengkap tanpa banyak gangguan.
- Alat ini digunakan untuk pemantauan lingkungan pada smart grid , eksplorasi sains dan sebagainya.




SENSOR FOTONIK

Fotonik adalah bidang yang mengkaji interaksi cahaya dengan materi yang merupakan teknologi kunci abad 21. Hubungan antara fotonik dan nanoteknologi sangat erat sekali. Teknologi fotonik berperan sangat vital bagi pengembangan teknologi komunikasi dan informasi, penerangan, *manufacturing*, *life science* dan kesehatan.





SENSOR FOTONIK


- .Foton juga dapat digunakan untuk mendeteksi dan membedakan sifat optik bahan. Foton dapat mengidentifikasi gas kimia atau biokimia dari polusi udara, produk organik, dan kontaminan di dalam air.
 - Foton juga dapat digunakan untuk mendeteksi kelainan dalam darah, seperti kadar glukosa rendah, dan mengukur biometrik seperti denyut nadi.
 - Rangkaian terpadu fotonik dirancang sebagai sensor yang komprehensif dan ada di mana-mana dengan kaca / silikon, dan tertanam melalui produksi volume tinggi di berbagai perangkat seluler.
- 

SENSOR FOTONIK






GESTUR RECOGNITION (PENGENALAN GERAKAN TUBUH)

- **Gestur** adalah suatu bentuk komunikasi non-verbal dengan aksi/gerakan tubuh yang terlihat mengkomunikasikan pesan-pesan tertentu, baik sebagai pengganti wicara atau bersamaan dan paralel dengan kata-kata.
 - Gestur mengikutkan pergerakan dari tangan, wajah, atau bagian lain dari tubuh.
- 






Gestur Recognition

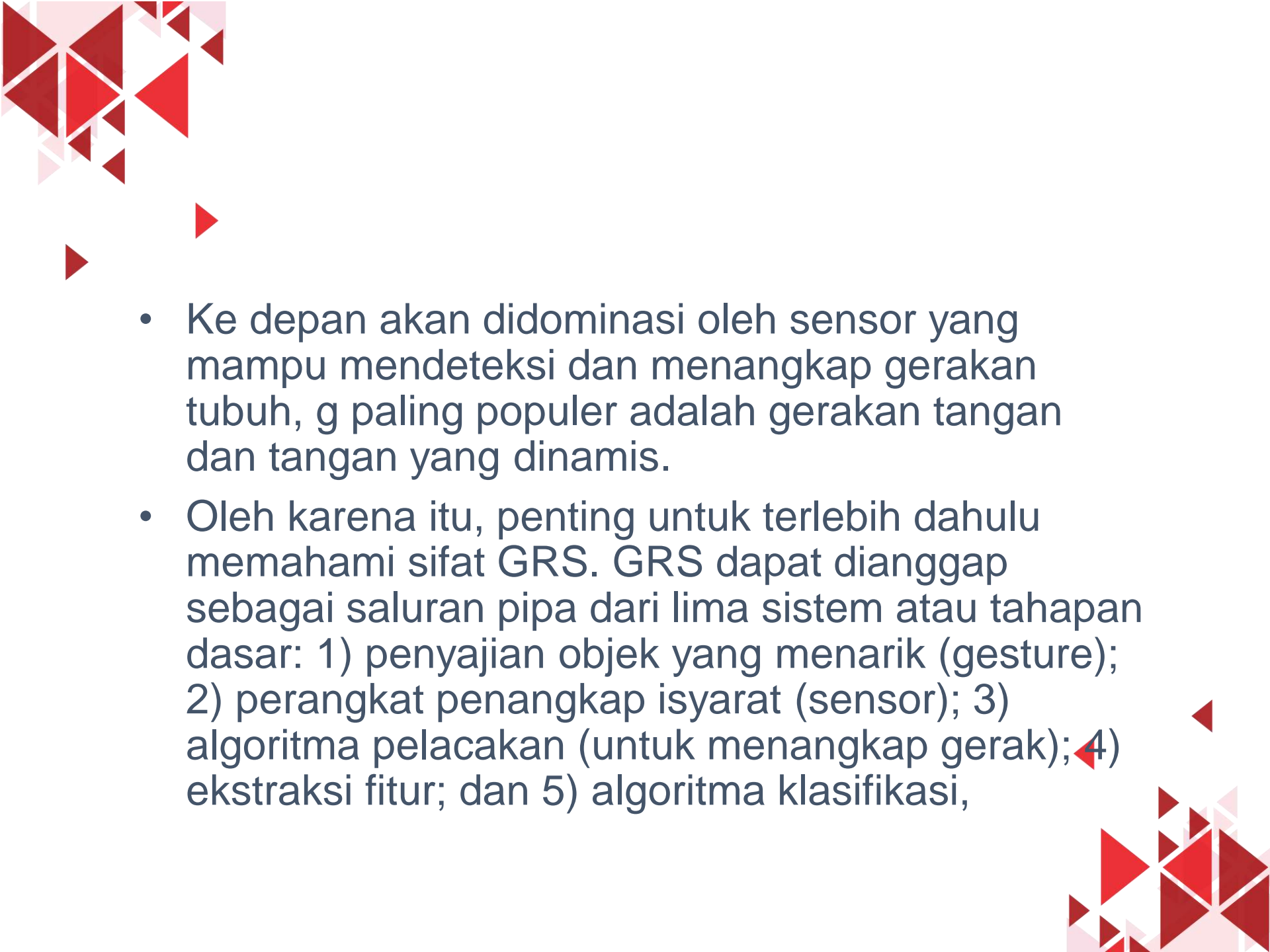
- Pengenalan gerakan merupakan topik dalam ilmu komputer dan teknologi bahasa dengan tujuan menafsirkan gerakan manusia melalui algoritma matematika. Gerakan dapat berasal dari gerakan atau keadaan tubuh apa pun tetapi umumnya berasal dari wajah atau tangan. Termasuk pengenalan emosi dari pengenalan gerakan wajah dan tangan.
 - Pengguna dapat menggunakan gerakan sederhana untuk mengontrol atau berinteraksi dengan perangkat tanpa menyentuhnya secara fisik. Banyak pendekatan telah dilakukan dengan menggunakan kamera dan algoritma visi komputer untuk menafsirkan bahasa isyarat
- 





Gesture Recognition Systems

- KINESICS (bahasa tubuh) : salah satu cara paling ampuh dengan mana manusia dapat berkomunikasi secara nonverbal. Bahasa tubuh dapat mengambil banyak bentuk seperti gerakan lengan dan tangan, gerakan dan postur tubuh, gerakan dan pose wajah, ekspresi wajah, dan pandangan mata
 - Sistem pengenalan gerakan (gesture recognition system, GRS) terdiri dari adanya gesture, perangkat gesture-capture (sensor), algoritma pelacakan (untuk penangkapan gerak), ekstraksi fitur, dan algoritma klasifikasi gerakan.
- 


- 
- Cahaya juga telah dipertimbangkan dan digunakan dalam berbagai sistem penangkapan bahasa tubuh eksperimental. Dengan munculnya sensor penglihatan 3-D yang murah, sensor tersebut dapat menjadi dominan dalam waktu dekat, baik dalam sistem riset maupun komersial.
 - Saat ini, sebagian besar perangkat gesture-capture komersial masih menggunakan, misalnya, layar sentuh dan akselerometer.
- 

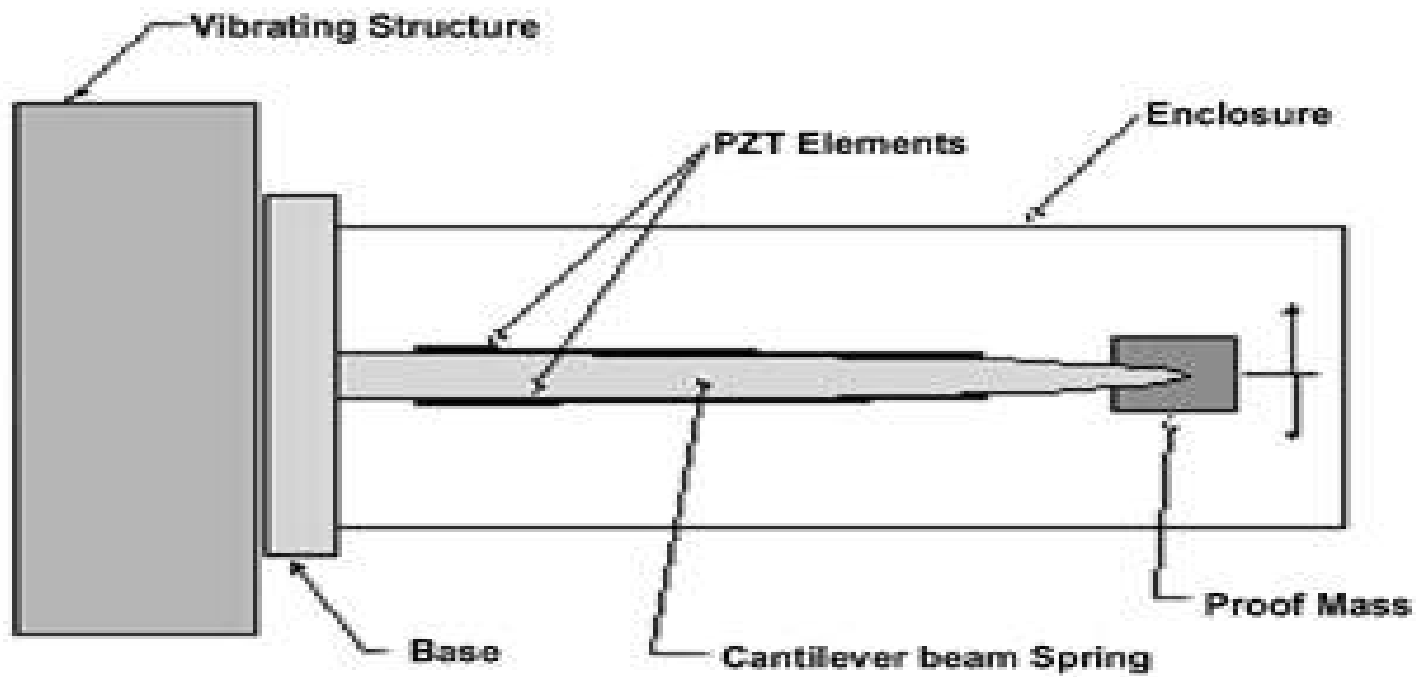
- 
- Ke depan akan didominasi oleh sensor yang mampu mendeteksi dan menangkap gerakan tubuh, yang paling populer adalah gerakan tangan dan tangan yang dinamis.
 - Oleh karena itu, penting untuk terlebih dahulu memahami sifat GRS. GRS dapat dianggap sebagai saluran pipa dari lima sistem atau tahapan dasar: 1) penyajian objek yang menarik (gesture); 2) perangkat penangkap isyarat (sensor); 3) algoritma pelacakan (untuk menangkap gerak); 4) ekstraksi fitur; dan 5) algoritma klasifikasi,



- 
- Tujuan dari sensor gesture-capture adalah untuk mengubah gesture menjadi bentuk digital.
 - Klasifikasi atau mekanisme pengenalan adalah algoritma komputasi yang mengambil representasi objek dan mengklasifikasikannya sebagai beberapa tipe kelas yang dikenal.
- 






MEMANEN ENERGI UNTUK SENSOR

- ▶
 - Pemanenan Energi untuk Sensor (Energy Harvesting For Sensors) adalah menggambarkan pencatutan daya untuk sistem sensor elektronik berdaya rendah sehingga sistem tersebut dapat digunakan secara nirkabel, dan tanpa perlu baterai yang pada akhirnya perlu diisi ulang
 - Ada beberapa sumber di lingkungan yang dapat "dipanen", di antaranya yang paling populer adalah getaran, tekanan, suhu, dan cahaya. Sebagai contoh metode umum untuk memanen getaran menggunakan balok kantilever, tempat satu atau dua lapisan bahan piezoelektrik dipasang, untuk menghasilkan muatan / tegangan listrik karena adanya getaran. Tentang hal ini dapat dilihat pada gambar berikut.
- 




- 
- Metode lain untuk memanen daya dari getaran : menggunakan efek elektromagnetik dari magnet yang bergerak dalam gulungan kawat (atau sebaliknya), yang lagi-lagi dapat disetel untuk output maksimum saat resonansi.
 - Pemanenan daya dari regangan juga biasanya diperoleh dari getaran. Perangkat patch piezo menempel pada permukaan struktur bergetar, sehingga menghasilkan muatan / tegangan. Sementara perangkat piezo-listrik atau induktif dapat menghasilkan 10 hingga 100 dari Volts, perangkat termo-listrik atau panel surya kecil akan menghasilkan hanya ampli mikro dan millivolt.
- 

- 
- Penggunaan teknologi termoelektrik sebagai sarana pembangkit energi tergantung pada gradien suhu antara permukaan logam tempat energi akan dipanen, dan suhu udara sekitar.
 - Energi yang dihasilkan mungkin dalam kisaran beberapa puluh microwatt hingga ratusan miliwatt tergantung pada ukuran dan spesifikasi Peltier atau perangkat termokopel, dan perbedaan suhu yang diterapkan di atasnya..
- 






Penggunaan teknologi fotovoltaik sebagai sarana pembangkit energi menggunakan cahaya luar sudah umum. Namun, pencahayaan fluorescent dan lampu pijar dalam ruangan menghasilkan energi dengan kekuatan yang lebih kecil dari pada pencahayaan outdoor. Energi yang dihasilkan (biasanya 10 hingga 100 mikrowatt) dari cahaya dalam ruangan. Ini terlalu rendah untuk secara instan memberi daya pada simpul sensor nirkabel. Perangkat elektronik yang bekerja dengan pemanen ini perlu memiliki kemampuan untuk memanfaatkan input yang sangat rendah ini.










ELECTRONIC SKIN/SKIN OUTPUT

- Sebuah tim ilmuwan di *Technion-Israel Institute of Technology* pada tahun 2013 telah mengembangkan sebuah sensor fleksibel yang mampu berintergrasi ke dalam kulit elektronik (e-skin)
 - Sensor Electronic Skin (E-Skin) adalah sensor yang dapat meniru kemampuan kulit dalam merasakan tekanan dan tegangan.
 - Sensor ini juga dapat mendeteksi tiga macam rangsangan secara bersamaan. Tak hanya sentuhan saja, melainkan juga dapat merasakan kelembaban dan suhu udara, layaknya kulit asli manusia.
- 

- 
- Sensor ini juga dapat beroperasi pada tegangan rendah, misalnya hanya dengan menggunakan baterai saja.
 - Selain itu, sensor ini juga mampu mendeteksi lebih dari satu jenis data sekaligus dalam rangka menemukan pengambil utamanya.
- 

- 
- Para peneliti dari University of Colorado Boulder berhasil membuat suatu temuan yang membawa bidang biomedis selangkah lebih maju, yaitu kulit elektronik atau *e-skin*. Mereka mengumumkan keberhasilan menciptakan *e-skin* tersebut melalui jurnal *Science Advances* pada Jumat (9/2) tahun 2018.
 - E-skin sendiri terbuat dari material tipis, semi-transparan, dan bisa berfungsi seperti kulit manusia normal dengan kemampuan untuk merasakan temperatur/suhu, tekanan, kelembapan, serta aliran udara
- 

- 
- *E-skin* ini memiliki kemampuan untuk merasakan tekanan atau sentuhan. Hal tersebut merupakan faktor kunci untuk meningkatkan kemampuan bagian tubuh buatan atau prostetik.
 - Sebagai contoh jika *e-skin* ini dililitkan pada sebuah tangan palsu, *e-skin* dapat membuat tangan palsu tersebut bisa merasakan sentuhan dan tekanan ketika memegang gelas.
- 

- 
- ▶
 - “Ini (*e-skin*) memiliki terapan yang luas, dalam beberapa hal, yaitu untuk memberikan sensasi pada sistem-sistem yang biasanya pasif,” ujar Jianliang Xiao, insinyur mesin dari University of Colorado Boulder yang memimpin studi penemuan ini.
 - Sementara Wei Zhang, profesor kimia di University of Colorado Boulder sekaligus salah satu anggota tim studi ini mengatakan : “Jika Anda memikirkan apa yang kulit asli dapat lakukan, kulit dapat mencegah orang mengalami luka bakar dan dapat mencegah orang-orang dari bahaya”
- 