

“Saya akui saya telah membaca karya ini dan pandangan saya karya ini memadai dari segi kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Struktur&Bahan)

Tandatangan

: 

Nama Penyelia

: En. Mohd Khairi Bin Mohamed Nor

Pensyarah

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal

Universiti Teknikal Malaysia, Melaka (UTeM)

Tarikh

: 8 Mei 2007

MODEL KINEMATIK HADAPAN PADA ROBOT KECIL BERJALAN


MOHD RIDZUAN BIN MOHD ARIP

Laporan ini diserahkan kepada Fakulti Kejuruteraan Mekanikal sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Struktur & Bahan)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

8 Mei 2007

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan
yang tiap-tiap satunya saya jelaskan sumbernya”

Tandatangan : 

Nama Penulis : MOHD RIDZUAN BIN MOHD ARIP

No. Matrik : B040310047

Tarikh : 8 MEI 2007

“Didedikasikan kepada ibu dan ayah tersayang yang telah memberikan pengorbanan yang tidak terhingga”

MOHD ARIP BIN ABDUL RAHMAN

ROSNAH BTE ADNAN

Semoga Allah S.W.T memanjangkan umur dan memurahkan rezeki kedua ibu
bapaku. AMIN

PENGHARGAAN

Pertama-tamanya saya ingin memanjatkan kesyukuran kehadiran ALLAH S.W.T. diatas limpah kurniaNYA saya dapat menjalankan Projek Sarjana Muda ataupun Projek tahun akhir pembelajaran saya di Universiti Teknikal Malaysia Melaka dengan jayanya. Saya juga ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Penyelia Projek Sarjana Muda saya ini En Khairi Bin Mohamed Nor diatas seliaanya dan segala pengorbanan tidak kira masa, tempat dan situasi demi memberi panduan kepada saya untuk menyiapkan Projek Sarjana Muda ini. Tidak lupa juga kepada pihak Universiti, pensyarah-pensyarah, rakan-rakan seperjuangan yang telah banyak memberi kerjasama dan sokongan kepada saya ketika proses-proses pengajian dilakukan. Sekalung penghargaan dan terima kasih sekali lagi dan terima kasih diatas segala pertolongan dari awal pembikinan projek ini sehingga jilid projek ini dihasilkan.

ABSTRAK

Kinematik merupakan geometri pergerakan melibatkan kedudukan, halaju, dan pecutannya tanpa mengambil kira jisim atau daya yang terlibat dengan pergerakan tersebut. Vector dan matrik algebra akan digunakan untuk membina suatu pendekatan umum dan sistematik bagi menghurai dan mewakili lokasi link bagi lengan robot dengan merujuk kepada suatu rangka rujukan tetap. Terdapat dua pendekatan yang biasa digunakan di dalam menyelesaikan masalah kinematik. Pertama adalah kinematik depan atau terus (forward or direct kinematics) dan keduanya kinematik songsang (inverse kinematics). Analisis kinematik hadapan adalah untuk mencari kedudukan terakhir satu lengan robot. Di hujung analisis ini satu model kinematik hadapan dapat diterbitkan dengan menggunakan kaedah kinematik hadapan bagi robot yang telah direkabentuk.

ABSTRACT

Kinematics can be described as geometrical movement that involves position, velocity and its acceleration without considering the mass and force that associated with the movement. Vector and algebra will be used to build one general approach to describe and represent one fix reference structure. There are 2 approaches that are commonly used to solve kinematics problem. Firstly, by using the forward or direct kinematics, while the other one is by using inverse kinematics. Forward kinematics is used to determine position of the robot's leg. By the end of the analysis, one kinematical model will be derived based on the designed robot.

ISI KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
1	PENGENALAN	1
	1.1 PENDAHULUAN	1
	1.2 OBJEKTIF PROJEK	2
	1.3 SKOP PROJEK	2
2	KAJIAN ILMIAH	3
	2.1 PENGENALAN KEPADA ROBOTIK	3
	2.1.1 Definisi Dan Huraian Robotik	3
	2.1.2 Pengenalan Tentang Robot	5
	2.1.3 Spesifikasi Robot di dalam industri	6
	2.1.4 Kapasiti Mengangkat beban	7
	2.1.5 Komponen Asas Bagi Robot Industri	8
	2.1.6 Sendi Bagi Robot	9
	2.1.7 Jenis-Jenis Sendi	10
	2.1.8 Klasifikasi Robot Berdasarkan Kaedah Kawalan Pergerakan	13
	2.1.9 Klasifikasi Robot Berdasarkan Teknologi Kuasa Tenaga	15
	2.1.10 Perbandingan Sistem Kuasa Robot	16

BAB	PERKARA	MUKASURAT
	2.1.11 Konfigurasi Robot	19
	2.2 KINEMATIK	22
	2.2.1 Kinematik Hadapan Bagi Lengan Robot	22
	2.2.2 Matriks Putaran	23
	2.2.3 Perwakilan Denavit-Hartenberg	26
	2.2.4 Contoh Penyelesaian Menggunakan Jadual Denavit-Hartenberg	27
	2.2.5 Contoh Penyelesaian Kinematik Hadapan dengan Menggunakan Kaedah Algebra (2 sendi)	29
3	METODOLOGI	32
	3.1 PENGGUNAAN KAEDAH ALGEBRA UNTUK PENYELESAIAN KINEMATIK HADAPAN	32
	3.1.1 Penyelesaian Mencari Koordinat Akhir Satu Lengan Robot	32
	3.1.2 Penyelesaian Mencari Koordinat Akhir 2 lengan Robot	34
	3.2 CONTOH PENYELESAIAN KINEMATIK TERUS DENGAN MENGGUNAKAN PENYELESAIAN ALGEBRA	36
	3.2.1 Contoh Penyelesaian Satu Lengan	36
	3.2.2 Contoh Penyelesaian Dua Lengan	38
	3.3 KESTABILAN ROBOT	41
	3.3.1 Rekabentuk Robot Pertama	42

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	3.3.2 Contoh Rekabentuk Robot	45
4	ANALISA PEMILIHAN REKABENTUK ROBOT	50
	4.1.1 Rekabentuk Robot Pertama	51
	4.1.2 Rekabentuk Robot Kedua	53
	4.1.3 Rekabentuk Robot Ketiga Rekabentuk Terakhir	55
5	MODEL KINEMATIK AKHIR BAGI KESELURUHAN ROBOT	57
	5.1 LENGAN 1	58
	5.2 KINEMATIK BADAN ROBOT	63
	5.3 CONTOH ANALISIS PENGGUNAAN MODEL KINEMATIK HADAPAN	65
6	PERGERAKAN ROBOT	69
7	KESIMPULAN	76
8	RUJUKAN	77
9	LAMPIRAN	

SENARAI RAJAH

NO RAJAH	TAJUK	MUKASURAT
2.1	Sendi lurus	10
2.2	Sendi Ortogonal	10
2.3	Sendi putaran	11
2.4	Sendi Pintalan	11
2.5	Sendi putaran	12
2.6	Gambarajah penomboran sendi	13
2.7	Robot jenis SCARA	21
2.8	Rujukan dan sistem koordinat sambungan badan	23
2.9	Rajah skema 2 lengan kaki robot	27
2.10	Rajah 2 lengan tangan robot	29
2.11	Rajah skema lengan robot 1	31
3.1	Rajah skema lengan robot 2	32
3.2	Rajah skema panjang x dan y (a)	33
3.3	Rajah skema lengan robot 3	34
3.4	Rajah skema panjang x dan y (b)	34
3.5	Rajah skema panjang x dan y (c)	35
3.6	Rajah skema lengan robot 4	36
3.7	Rajah skema panjang x dan y (d)	36
3.8	Rajah skema lengan robot 5	38
3.9	Rajah skema panjang x dan y (e)	38

NO RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
3.10	Rajah skema panjang x dan y (f)	39
3.11	Rajah robot rekabentuk 1	42
3.12	Rajah robot rekabentuk (pandangan hadapan)	43
3.13	Rajah rekabentuk robot 1	45
3.14	Pandangan Atas robot	46
3.15	Pandangan Hadapan Robot	47
3.16	Pandangan Sisi Robot	47
3.17	Pandangan Isometrik (wireframe)	48
3.18	Template Robot	49
3.19	<i>ROBOT 3D (solid view)</i>	49
4.1	Rekabentuk pertama	51
4.2	Rekabentuk kedua	53
4.3	Rekabentuk ketiga	55
5.1	Rajah lengan 1	58
5.2	Rajah pandangan atas lengan 1(a)	58
5.3	Paksi rujukan bagi tujuan analisis	59
5.4	Rajah skema lengan robot	59
5.5	(kiri):Rajah kaki robot	61
5.6	(kanan): Pandangan tepi kaki robot	61
5.7	Rajah badan robot	63
5.8	Rajah badan robot ketika pergerakan	63
5.9	l_a jarak dari titik tengah robot ke lengan	64
5.10	Mencari panjang l_a robot	65
5.11	Rajah skema mencari panjang l_a	66
6.1	Rajah situasi pegun robot	70
6.2	Rajah pergerakan kaki A	71
6.3	Pergerakan kaki B	72
6.4	Pergerakan kaki C	73

NO RAJAH	TAJUK	MUKASURAT
6.5	Pergerakan kaki D	74
6.6	Kedudukan asal robot	75

SIMBOL **DEFINISI**

sm sentimeter

mm milimeter

HURUF GREEK **DEFINISI** θ Sudut pergerakan**SINGKATAN** **DEFINISI**

RIA Robotics Industries Association

SCARA Selective Compliant Articulated Robot for Assembly

DC Direct current

SUBSKRIP **DEFINISI**

x Arah paksi x

y Arah paksi y

z Arah paksi z

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Kinematik merupakan geometri pergerakan melibatkan kedudukan, halaju, dan pecutannya tanpa mengambil kira jisim atau daya yang terlibat dengan pergerakan tersebut. Terdapat dua pendekatan yang biasa digunakan di dalam menyelesaikan masalah kinematik. Pertama adalah kinematik depan atau terus (forward or direct kinematics) dan keduanya kinematik songsang (inverse kinematics).

Antara skop termasuklah merekabentuk sebuah model dengan menggunakan perisian SOLIDWORK. Melakukan analisis kinematik dengan menggunakan kaedah Forward Kinematics (kinematik terus). Pada permulaan projek ini, analisa dilakukan terhadap robot-robot terdahulu. Kemudian satu rekabentuk robot baru di hasilkan dengan mengambilkira spesifikasi robot yang telah ditetapkan. Setelah rekabentuk robot dihasilkan, analisa robot dibuat dengan menggunakan kaedah Kinematik Hadapan. Di akhir Projek Sarjana Muda ini, analisa kinematik hadapan dibuat berdasarkan robot tersebut.

1.2 Objektif Projek

Tujuan utama ataupun objektif bagi projek ini adalah seperti berikut

- Merekabentuk aspek mekanikal pergerakan robot kecil
- Mengolah model kinematik dengan menggunakan kaedah kinematik hadapan untuk tujuan analisis

1.3 Skop Projek

Skop untuk projek ini pula adalah:

- Merekabentuk model robot berjalan dengan menggunakan perisian seperti SOLIDWORK.
- Melakukan analisis kinematik untuk rekabentuk robot dengan menggunakan cara kinematik hadapan.

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

2.1 Pengenalan Kepada Robotik

Didalam tajuk ini, kajian ilmiah telah dibuat untuk mengkaji aspek-aspek robot yang telah terdahulu direkabentuk.

2.1.1 Definisi dan Huraian Robotik

Perkataan robot boleh didefinisikan secara meluas sebagai sesebuah mesin yang boleh bergerak dan boleh melakukan pelbagai tugas fizikal.

Robot merupakan sebuah mesin yang mengaplikasikan kombinasi konsep elektro-mekanikal yang diprogramkan untuk menjalankan beberapa tugas yang tertentu. Sesebuah robot boleh menjalankan tugas dengan sama ada dikawal secara manual oleh manusia ataupun diprogramkan dahulu oleh computer. Sebagai contoh 'Robotic Arm' terlebih dahulu telahpun diprogramkan didalam computer dan

seterusnya maklumat tersebut disalurkan kepada robot tersebut dan robot tersebut akan menjalankan tugas mengikut arahan computer.

Penggunaan robot amat meluas terutamanya didalam bidang industri. Robot ini telah diprogramkan untuk menjalankan berberapa tugas yang mungkin tidak dapat dilakukan sama ada secara berterusan atau pun berbahaya kepada manusia. Robot diaplikasikan didalam industri supaya dapat melakukan kerja-kerja yang berterusan secara lebih tepat berbanding manusia.

Secara spesifiknya, sesebuah robot boleh ditafsirkan sebagai kepintaran sebuah konsep mekanikal yang boleh melakukan tugas yang dilakukan oleh manusia. Jenis – jenis kepintaran robot ini juga banyak ditunjukkan didalam filem – filem sains pada hari ini. Walaubagaimanapun robot tersebut boleh direalisasikan dengan adanya program penyelidikan dan pembangunan yang berterusan oleh manusia pada hari ini.

2.1.2 Pengenalan Tentang Robot

Setiap sendi robot di gerakkan oleh sejenis benda yang membuatkan ianya bergerak yang dipanggil actuator. Dalam industri robot, actuator disambungkan antara satu sama lain dengan link robot masing – masing melalui landasan gear. Gear mempersembahkan pengenalan geseran, backlash, dan kuasa landasan yang patuh. Robot yang mempunyai kuasa penuh – masalah “backlash”, geseran, dan kepatuhan dihapuskan apabila tiada gear digunakan dalam robot.

Jenis-jenis penggerak sendi robot :-

1. Motor Stepper (Stepper Motor)
2. DC Servomotor
3. AC Servomotor
4. Hydraulic Omboh
5. Pneumatic Omboh

Pergelangan robot merujuk kepada sendi dalam rantaian kinematik antara lengan robot dan tangan atau peralatan. Sendi pergelangan membentuk putaran. Bergantung kepada penggunaannya, pergelangan boleh sama ada satu, dua atau tiga darjah kebebasan. Lengan dan pergelangan robot di pasang untuk meletakkan hujung pengesan dan sebarang peralatan yang boleh dibawanya. Hujung pengesan atau peralatan adalah bahagian yang biasanya melakukan kerja. Ia merupakan komponen yang mempunyai cekak, mengangkat dan bertindak secara licik dalam ruang kerja tanpa menyebabkan kerosakan selepas diletakkan.

2.1.3 Spesifikasi Robot Di Dalam Industri

Berberapa ciri telah ditetapkan didalam robotik industri:-

Faktor yang mempengaruhi kelajuan pergerakan :-

Kelajuan maksima bagi robot industri adalah lebih kurang 1.1 m/s. Kelajuan ini diukur pada pergelangan (wrist). Robot hidraulik digunakan lebih cepat jika dibandingkan robot kuasa elektrik. Kelajuan adalah lebih penting kerana ia menentukan berapa cepat robot melaksanakan tugas, diberi masa kitaran.

Kelajuan yang paling diingini ditentukan oleh beberapa faktor :

- Masa kitaran pengeluaran yang minima
- Ketepatan
- Berat objek
- Jarak pergerakan

Kelajuan dan ketepatan adalah dua keperluan yang bertentangan kerana semakin kurang ketepatan yang boleh dicapai pada kelajuan tinggi. Objek yang lebih berat bermaksud lebih besar inersia dan momentum yang mana menjadi dominan pada kelajuan tinggi. Jarak jauh membenarkan robot mencapai kelajuan yang lebih tinggi berbanding jarak yang dekat.

Contoh kelajuan maksima:

Westinghouse Series 4000 (tool tip speed) : 92 mm/s

Adept One SCARA (tool tip speed) : 9000 mm/s

Staubli Unimation RX90 (tool tip speed) : 9800 mm/s

Staubli Unimation RX130 (tool tip speed) : 11000 mm/s

Contoh :

Robot Adept One SCARA membawa beban 2.2 kg sepanjang laluan 700 mm yang terdiri daripada segmen 6 garis lurus mempunyai masa kitaran 0.9 saat. Oleh sebab itu, purata kelajuan berbanding satu kitaran ialah 778 mm/s, kurang dari 9000 mm/s kelajuan maksima *tool tip*.

2.1.4 Kapasiti Mengangkat Beban

- o Kapasiti kadar beban ialah dari 0.5 kg hingga 1000 kg. Kapasiti kadar beban adalah lebih kurang 3-5 peratus dari jumlah berat robot.
- o Kita juga perlu mempertimbangkan berat alat hujung (end effector) sebagai sebahagian dari beban.
- o Contohnya, jika kadar beban ialah 5 kg dan alat hujung ialah 2 kg, maka beban sebenar yang boleh diangkat ialah 3 kg.

2.1.5 Komponen Asas bagi Robot Industri

Terdapat 3 jenis komponen:

1. Bahagian fizikal atau anatomi
2. Arahan binaan dalam atau naluri (diletakkan oleh pengeluar).
3. Belajar tabiat atau program tugas (dalam latihan kerja).

Manipulator robot boleh dimodelkan sebagai satu rangkaian yang terdiri daripada hubungan beberapa link kaku dalam siri sendi samada prismatik atau putaran yang digerakkan oleh "actuator". Salah satu hujung disangkut pada dasar sokongan, manakala hujung satu lagi adalah bebas dan disangkut dengan alat (alat hujung) untuk manipulasi objek atau melaksanakan tugas pemasangan.

Pertambahan wujud dalam pemasangan pengeluaran secara besar-besaran. Dalam dekad yang lepas, terutamanya dalam baris pemasangan automobil, mesin khusus telah direkabentuk dan dibangunkan untuk pengeluaran yang tinggi bagi komponen mekanikal dan elektrik. Apabila setiap kitar tahunan berakhir dan komponen model baru diperkenalkan, mesin yang khusus mesti diberhentikan dan perkakasan diubahsuai untuk model generasi seterusnya. Oleh kerana pengubahsuaian berkala pada perkakasan pengeluaran diperlukan, automasi jenis ini dikenali sebagai automasi berat. Di sini mesin dan proses kerap kali efisien, tetapi ia mempunyai kelenturan terhad.

Baru-baru ini industri auto dan industri lain memperkenalkan lebih banyak kelenturan(*flexible*) automasi dalam kitar pembuatan. Manipulator pengaturcaraan mekanikal sedang digunakan untuk melaksanakan pelbagai tugas. Manipulator pengawalan komputer boleh diubah dengan mudah melalui perisian untuk melakukan pelbagai jenis operasi, mereka dirujuk sebagai salah satu contoh "*soft automation*"

2.1.6 Sendi Bagi Robot

Struktur asas robot berkisar pada jenis dan saiz, sendi dan link, dan aspek lain dalam pembinaan fizikal manipulator.

Apakah Sendi (Joint) ?

Sendi dalam robot industri menyerupai sendi dalam tubuh manusia. Setiap sendi adalah organ robot dengan darjah kebebasan pergerakan tertentu. Dalam hampir semua kes, hanya satu darjah kebebasan dibenarkan kepada satu sendi.

Link Bagi Robot

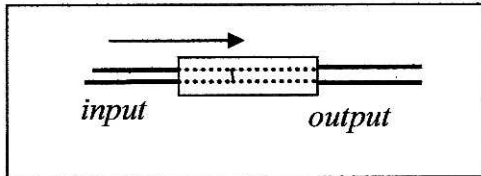
Link adalah komponen kaku yang membentuk hubungan bersama-sama dengan sendi. Setiap sendi mempunyai 2 link yang dikenali sebagai link input dan link output.

Jenis Sendi Robot

Sendi mengawal pergerakan relatif antara link input dan link output. Hampir kesemua robot industri menggunakan sendi mekanikal bagi diklasifikasikan dalam salah satu daripada 5 jenis link Ia termasuk 2 jenis pergerakan linear dan 3 jenis pergerakan putaran. Setiap sendi terdiri daripada had lingkungan untuk pergerakan. Terdapat 5 jenis sendi yang akan dibincangkan:-

2.1.7 JENIS-JENIS SENDI

1)Sendi Lurus (Linear)

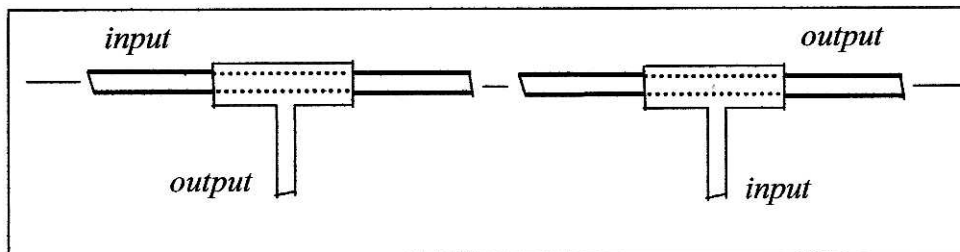


Rajah 2.1: Sendi lurus

Pergerakan antara link input dan output adalah secara linear ke kiri dan ke kanan dengan paksi kedua-dua link tersebut adalah selari

2)Sendi Ortogonal

Pergerakan secara linear dari kiri ke kanan dengan link input dan output adalah bersudut tepat.



Rajah 2.2: Sendi Ortogonal