



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SERTIFIKAT PATEN SEDERHANA

Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia atas nama Negara Republik Indonesia berdasarkan Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten, memberikan hak atas Paten Sederhana kepada:

Nama dan Alamat Pemegang Paten : UNIVERSITAS KRISTEN PETRA
Jl. Siwalankerto 121 - 131
60236, Surabaya

Untuk Invensi dengan Judul : METODE PENGENDALIAN MANIPULATOR PARALEL
DISKRIT BERBASIS KECERDASAN BUATAN

Inventor : Felix Pasila
Roche Alimin

Tanggal Penerimaan : 12 September 2017

Nomor Paten : IDS000002530

Tanggal Pemberian : 17 September 2019

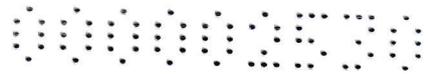
Perlindungan Paten Sederhana untuk invensi tersebut diberikan untuk selama 10 tahun terhitung sejak Tanggal Penerimaan (Pasal 23 Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten).

Sertifikat Paten Sederhana ini dilampiri dengan deskripsi, klaim, abstrak dan gambar (jika ada) dari invensi yang tidak terpisahkan dari sertifikat ini.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001



(12) PATEN INDONESIA

(11) IDS000002530 B

(19) DIREKTORAT JENDERAL
KEKAYAAN INTELEKTUAL

(45) 17 September 2019

(51) Klasifikasi IPC⁸ : G 05G 11/00(2006.01)

(21) No. Permohonan Paten : SID201706112

(2) Tanggal Penerimaan: 12 September 2017

(3) Data Prioritas :
(31) Nomor (32) Tanggal (33) Negara

Tanggal Pengumuman: 29 Desember 2017

Dokumen Pembanding:
US6047610

(71) Nama dan Alamat yang Mengajukan Permohonan Paten :
UNIVERSITAS KRISTEN PETRA
Jl. Siwalankerto 121 - 131
60236, Surabaya

(72) Nama Inventor :
Felix Pasila, ID
Roche Alimin, ID

(74) Nama dan Alamat Konsultan Paten :
Nugraha Pratama Adhi, S.T.
Sentra KI - Universitas Kristen Petra.
Gedung D 212.
Jl. Siwalankerto 121 - 131,
Surabaya 60236
INDONESIA

Pemeriksa Paten : M. Adril Husni, S.T., M.M.

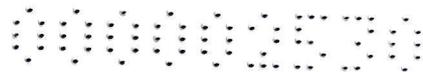
Jumlah Klaim : 4

Invensi : METODE PENGENDALIAN MANIPULATOR PARALEL DISKRIT BERBASIS KECERDASAN BUATAN

ini berkaitan dengan metode untuk mengendalikan manipulator paralel diskrit (110) berbasis kecerdasan buatan (100) yang terdiri dari tahapan: a) melakukan akuisisi data *input-output* manipulator diskrit (10); b) melakukan pemodelan data *input-output* manipulator diskrit (20); c) memilih metode kecerdasan buatan yang dapat mengimplementasi pemodelan data *input-output* manipulator diskrit (30); d) melakukan optimasi struktur kecerdasan buatan yang dipilih (40) dengan iterasi (50) sampai proses optimasi dihentikan (60) saat optimasi diperoleh (70), dimana pemodelan data *input-output* manipulator diskrit (20) tersebut memiliki proses validasi data dengan metode optimasi duplikasi dan redundansi data *input-output* manipulator diskrit, dan dimana tahapan a) sampai dengan tahapan d) tersebut dilakukan pada manipulator diskrit (110) yang dapat mengendalikan lebih dari 6 aktuator diskrit.

Demikian menggunakan metode pengendalian manipulator paralel diskrit berbasis kecerdasan buatan menurut invensi ini, dapat menyelesaikan masalah *invers statis*, yaitu pengendalian manipulator diskrit, yang tidak dapat diselesaikan secara analisa matematis.



Deskripsi**METODE PENGENDALIAN MANIPULATOR PARALEL DISKRIT
BERBASIS KECERDASAN BUATAN**

5

Bidang Teknik Invensi

Invensi ini berhubungan dengan metode pengendalian manipulator paralel diskrit berbasis kecerdasan buatan, secara khusus invensi ini memiliki beberapa tahapan yaitu tahapan akuisisi data Gaya dan/atau Torsi; tahapan pemodelan *input-output* manipulator; tahapan pembuatan struktur kecerdasan buatan; dan tahapan optimasi struktur kecerdasan buatan melalui proses pembelajaran (*training*).

15 **Latar Belakang Invensi**

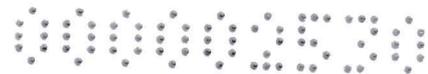
Mekanisme diskrit aktuator banyak digunakan dalam aplikasi robotika dan biomekanik. Jenis ini termasuk dalam peranti diskrit dimana *state* aktuator umumnya memiliki dua kemungkinan, yaitu aktif-tidak aktif, buka-tutup atau *contracted-relaxed* (contoh aktuator antara lain: pneumatik, *dielectric elastomer actuator*, *shape memory alloy*). Dengan kondisi *state* di atas, aktuator diskrit memiliki keuntungan dibanding aktuator yang bekerja secara kontinyu, antara lain: harga yang relatif murah dan membutuhkan dukungan minimal dari elektronik peranti dibanding tipe kontinyu. Hal ini disebabkan karena aktuator diskrit tidak membutuhkan mekanisme umpan balik (*feedback*) dalam sistem kontrol. Sebaliknya, aktuator diskrit memiliki masalah dalam mengaktivasi kondisi *state*, terutama untuk jumlah aktuator yang banyak dalam manipulator sistem. Untuk itu dibutuhkan mekanisme strategi kontrol yang efisien dan dapat bekerja secara *real-time*. Sehubungan dengan kontrol strategi, beberapa invensi sebelumnya telah dilakukan pada manipulator jenis diskrit/analog. Paten no. US 6047610 (2000) adalah yang paling relevan dengan invensi ini yaitu membuat hexapod 6-DOF (*Degree*

A

Mengacu pada Gambar 2, yang merupakan gambar implementasi metode kecerdasan (100) pada invensi ini dengan menggunakan 8 aktuator diskrit (110), dimana torsi x , torsi y dan torsi z merupakan *input* dari metode pengendalian manipulator paralel diskrit berbasis kecerdasan buatan. Kemudian ketiga *Input* torsi tersebut dimasukkan sebagai *Input* pada metode kecerdasan buatan yang telah dihasilkan pada Gambar 1. Metode kecerdasan buatan lalu melakukan perhitungan dengan metode *Neuro-Fuzzy* berdasarkan *Input* yang dimasukkan tersebut akan melakukan proses perhitungan delapan *output* diskrit dari aktuator.

Secara umum, dalam membuat metode pengendalian manipulator paralel diskrit berbasis kecerdasan buatan menurut invensi ini, dengan mengacu pada Gambar 1 sampai dengan 2, bahwa metode pengendalian manipulator paralel diskrit berbasis kecerdasan buatan ini dimana memiliki beberapa tahapan sebagai berikut: tahapan melakukan akuisisi data, tahapan melakukan pemodelan data *input-output* manipulator, tahapan mengimplementasi model data pada struktur kecerdasan buatan yang dipilih, dan tahapan melakukan optimasi struktur kecerdasan buatan.

Tahapan akuisisi data, adalah mekanisme akuisisi data dengan bantuan perangkat lunak simulasi analisa gerak 3D. Analisa gerak 3D ini dapat melakukan simulasi antara *input* kombinasi masing-masing aktivasi aktuator dengan *output* berupa vektor Gaya. Kemudian, data *input* dan *output* disimpan dalam bentuk *database*. Jumlah data pada *database* adalah 3 pangkat n , dimana n adalah jumlah aktuator. Sehingga untuk 8 aktuator menghasilkan 6561 set data. Contoh sebagian hasil akuisisi data dalam bentuk *database* yang dimaksud di atas dapat dilihat pada Tabel 1. Pada Tabel 1 ini, dapat dilihat bahwa aktivasi aktuator bernilai diskrit (nilai 0 atau 1) dengan jumlah 8 aktuator. Adapun kombinasi aktivasi aktuator memiliki kaitan dengan komposisi Torsi dari sumbu X , Y dan Z dalam bentuk Vektor Gaya (N).



Tabel 1. Tabel Beberapa Contoh Akuisisi Data *Input* dan *Output* Manipulator

Aktivasi Aktuator								Gaya (N)		
<i>U1</i>	<i>U2</i>	<i>U3</i>	<i>U4</i>	<i>U5</i>	<i>U6</i>	<i>U7</i>	<i>U8</i>	<i>FX</i>	<i>FY</i>	<i>FZ</i>
0	0	1	1	0	0	1	0	6	24	627
0	0	1	1	0	0	1	1	6	27	623
0	0	0	1	1	0	1	0	-85	-83	574
0	0	0	0	1	1	0	1	-18	-4	628
0	1	1	0	1	1	0	1	50	15	707
1	1	0	1	1	0	1	0	-9	19	623
1	1	0	1	1	0	1	0	9	51	574
1	1	0	1	1	0	1	0	10	-22	627
1	0	1	1	0	1	1	1	-11	-12	619
0	1	1	0	1	1	1	0	15	-2	728

Setelah tahapan akuisisi data, kemudian dilakukan
5 pembalikan *database*, dimana *output* Vektor Gaya dan *input* Aktivasi Aktuator dari akuisisi data, secara berurutan menjadi *input* dan *output* untuk pemodelan *input-output*. Pada tahapan pemodelan *input-output* manipulator ini, dilakukan pemilihan data *input-output* yang valid (menghilangkan redundansi dan duplikasi
10 *input-output*) sebagai model *database* manipulator. Dibutuhkan minimum 20% jumlah data dari tahapan pertama yang berjumlah maksimum 6561 data, sehingga ada 1312 data yang akan dimasukkan kedalam tahapan kedua yaitu tahapan pemodelan *input-output*.

Selanjutnya, tahapan implementasi pemodelan *input-output*
15 data pada struktur kecerdasan buatan yang dipilih merupakan jaringan Syaraf Tiruan (*Neural Network*) menggunakan model *recurrent-network*, *multilayer perceptron*, *wavelet*; metode gabungan syaraf tiruan dan *fuzzy*, yaitu: model *neuro-fuzzy*.

Tahapan optimasi dan implementasi struktur kecerdasan
20 buatan menurut invensi ini, merupakan mekanisme *training* atau pembelajaran menggunakan algoritma Lavenberg-Marquardt yang



dipercepat sampai diperoleh kesalahan minimum yang ditetapkan, yaitu mencapai hingga 1% (parameter yang optimal).

Dari uraian diatas jelas bahwa hasil dari invensi ini dapat memberi manfaat bagi pembuatan manipulator yang menggunakan 5 aktuator dalam jumlah banyak yang bekerja secara paralel, contohnya *flight simulator*, *game simulator*, *simulator* untuk keperluan uji SIM, *exoskeleton* untuk orang cacat, penerima/pemancar satelit dengan banyak aktuator, dan lain-lain.

Uraian di atas dari invensi ini telah disediakan untuk 10 tujuan ilustrasi. Mesti dipahami oleh orang yang ahli di bidang teknik ini di mana invensi ini terkait bahwa invensi ini bisa mudah diwujudkan dalam banyak bentuk yang berbeda tanpa keluar dari ide teknis atau fitur-fitur penting darinya. Jadi, perwujudan-perwujudan yang dinyatakan di sini mesti 15 dipertimbangkan dalam pengertian deskriptif saja dan bukan untuk tujuan pembatasan.

Lingkup dari invensi ini didefinisikan pada klaim-klaim 20 berikut. Jadi, mesti dipahami invensi ini mencakup semua modifikasi seperti itu yang disediakan yang berada dalam lingkup dari klaim-klaim terlampir.

Klaim

1. Metode untuk mengendalikan manipulator paralel diskrit (110) berbasis kecerdasan buatan (100) yang terdiri atas 5 tahapan:

a) melakukan akuisisi data *input-output* manipulator diskrit (10);

b) melakukan pemodelan data *input-output* manipulator diskrit (20);

10 c) memilih metode kecerdasan buatan yang dapat mengimplementasi pemodelan data *input-output* manipulator diskrit (30); dan

d) melakukan optimasi struktur kecerdasan buatan yang dipilih (40) dengan iterasi (50) sampai proses optimasi 15 dihentikan (60) saat hasil optimasi diperoleh (70),

dimana pemodelan data *input-output* manipulator diskrit (20) tersebut memiliki proses validasi data dengan menghilangkan duplikasi dan redundansi data *input-output* manipulator diskrit, dan

20 dimana tahapan a) sampai dengan tahapan d) tersebut diimplementasikan pada manipulator diskrit (110) yang dapat mengendalikan lebih dari 6 aktuator diskrit.

2. Metode untuk mengendalikan manipulator paralel diskrit 25 berbasis kecerdasan buatan seperti klaim 1, dimana tahap akuisisi data (10) merupakan tahapan mengakuisisi data Gaya dan/atau Torsi melalui kombinasi aktivasi aktuator.

3. Metode untuk mengendalikan manipulator paralel diskrit 30 berbasis kecerdasan buatan seperti klaim 1, dimana tahapan pemilihan metode kecerdasan buatan (30) menggunakan salah satu dari model *recurrent-network*, *multilayer perceptron*, *wavelet*, dan metode gabungan syaraf tiruan dan *fuzzy*.



4. Metode untuk mengendalikan manipulator paralel diskrit berbasis kecerdasan buatan seperti klaim 1, dimana tahapan optimasi struktur kecerdasan buatan (40) adalah mekanisme pembelajaran menggunakan algoritma Lavenberg-Marquardt yang dipercepat sampai diperoleh kesalahan minimum yang ditetapkan.

Abstrak

**METODE PENGENDALIAN MANIPULATOR PARALEL DISKRIT
BERBASIS KECERDASAN BUATAN**

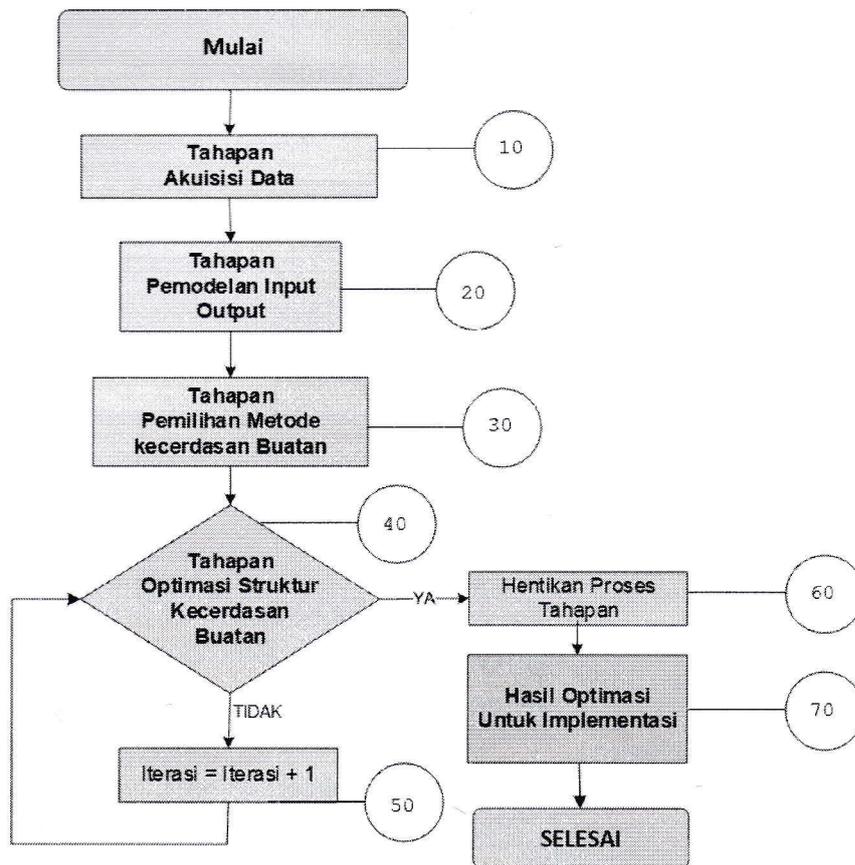
5

Invensi ini berkaitan dengan metode untuk mengendalikan manipulator paralel diskrit (110) berbasis kecerdasan buatan (100) yang terdiri atas tahapan: a) melakukan akuisisi data *input-output* manipulator diskrit (10); b) melakukan pemodelan data *input-output* manipulator diskrit (20); c) memilih metode kecerdasan buatan yang dapat mengimplementasi pemodelan data *input-output* manipulator diskrit (30); dan d) melakukan optimasi struktur kecerdasan buatan yang dipilih (40) dengan iterasi (50) sampai proses optimasi dihentikan (60) saat hasil optimasi diperoleh (70), dimana pemodelan data *input-output* manipulator diskrit (20) tersebut memiliki proses validasi data dengan menghilangkan duplikasi dan redundansi data *input-output* manipulator diskrit, dan dimana tahapan a) sampai dengan tahapan d) tersebut diimplementasikan pada manipulator diskrit (110) yang dapat mengendalikan lebih dari 6 aktuator diskrit.

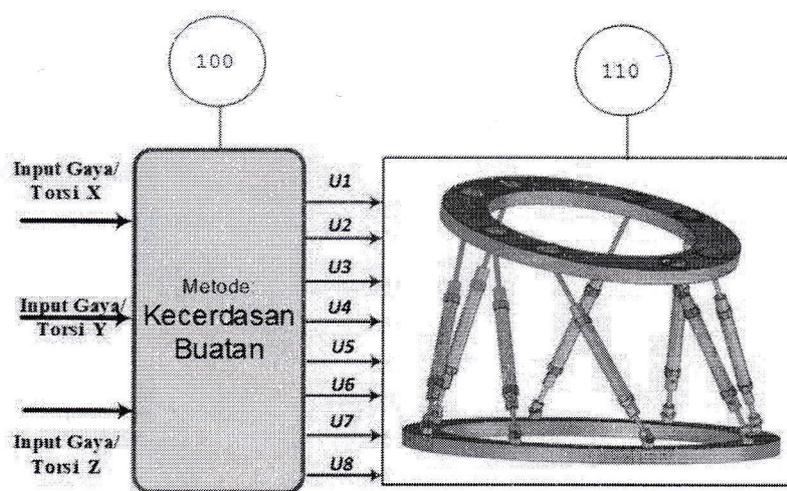
Dengan menggunakan metode pengendalian manipulator paralel diskrit berbasis kecerdasan buatan menurut invensi ini, dapat menyelesaikan masalah *invers statis*, yaitu pengendalian manipulator diskrit, yang tidak dapat diselesaikan secara analisa matematis.

25





Gambar 1



Gambar 2