

**DESAIN ROBOT MANIPULATOR PEMINDAH BAHAN  
DENGAN PENERAPAN KOORDINAT SILINDER*****ROBOT DESIGN MATERIALS MANIPULATORS WITH THE IMPLEMENTATION  
OF CYLINDER COORDINATES*****Anrianus<sup>1</sup>, Rusli<sup>1</sup>, Muhammad Yusuf Ali<sup>2</sup>, Takdir Muslihi<sup>3</sup>***E-mail* : 1ruslimesin@gmail; 3takdir.jobs@gmail.com<sup>1</sup>Mahasiswa Tugas Akhir Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Fajar, Makassar<sup>2</sup>Dosen Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Fajar, Makassar<sup>3</sup>Dosen Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Fajar, Makassar**ABSTRACT**

Robot Design of Material Transfer Manipulator with The Implementation of Cylinder Coordinate. The manipulator robot is a mechanical system used in manipulating the movement of lifting, moving, and manipulating workpieces to alleviate human work. The manipulator robot is designed to resemble a human arm that has flexible properties, making it easy to use to do fast, precise and repetitive work. The manipulator robot (robot arm) is equipped with an actuator and has a number of degrees of freedom (DOF). This study aims to find out how to place cylindrical coordinates on material transfer manipulator robots, create a series of material transfer manipulator robots and find out how to perform material transfer manipulator robots. The research methods used during this study are: literature study, robot formulation and simulation, assembling material transfer manipulator robots and performance testing. Finally, compare experimental results and manipulator robot simulation. Analysis has been done to determine the placement of cylindrical coordinates in the movement of the manipulator robot, the robot circuit has been made using mechanical systems, control systems and electronic systems that have been made using aluminum plates, LD-1501MG servo motor, Power Supply (12V / 2200 mAh), Arduino and the LeArm program to program robots. The experimental results show that the manipulator robot that has been made works well. Maintenance needs to be taken to prevent damage to material transfer manipulator robots, while maintenance is in the form of maintenance of workspaces, extension cables, work areas, liquid spills, other special things such as operations, temperature, humidity, supervision and modification.

Keywords: Robot, Manipulator, Cylinder Coordinate, Maintenance

**ABSTRAK**

Desain Robot Manipulator Transfer Material dengan Implementasi Koordinat Silinder. Robot manipulator adalah sistem mekanik yang digunakan dalam memanipulasi gerakan mengangkat, memindahkan, dan memanipulasi benda kerja untuk meringankan pekerjaan manusia. Robot manipulator dirancang menyerupai lengan manusia yang memiliki sifat fleksibel, sehingga mudah digunakan untuk melakukan pekerjaan yang cepat, tepat dan berulang. Robot manipulator (lengan robot) dilengkapi dengan aktuator dan memiliki sejumlah derajat kebebasan (DOF). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana cara menempatkan koordinat silinder pada robot manipulator transfer material, membuat serangkaian manipulator manipulasi material robot dan mencari tahu bagaimana melakukan manipulator manipulator material robot. Metode penelitian yang digunakan selama penelitian ini adalah: studi pustaka, perumusan dan simulasi robot, perakitan robot manipulator

transfer bahan dan pengujian kinerja. Akhirnya, bandingkan hasil eksperimen dan simulasi robot manipulator. Analisis telah dilakukan untuk mengetahui penempatan koordinat silinder dalam pergerakan robot manipulator, rangkaian robot telah dibuat menggunakan sistem mekanik, sistem kontrol dan sistem elektronik yang telah dibuat menggunakan pelat aluminium, LD-1501MG servo motor, Power Supply (12V / 2200 mAh), Arduino dan program LeArm untuk memprogram robot. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa robot manipulator yang telah dibuat bekerja dengan baik. Pemeliharaan perlu dilakukan untuk mencegah kerusakan robot manipulator transfer material, sementara pemeliharaan dalam bentuk pemeliharaan ruang kerja, kabel ekstensi, area kerja, tumpahan cairan, hal-hal khusus lainnya seperti operasi, suhu, kelembaban, pengawasan dan modifikasi.

**Kata Kunci:** Robot, Manipulator, Koordinat Silinder, Pemeliharaan

## PENDAHULUAN

Perkembangan robot sangat berkaitan erat dengan adanya kebutuhan dalam dunia industri modern yang menuntut adanya suatu alat dengan kemampuan yang tinggi yang dapat membantu menyelesaikan pekerjaan manusia ataupun untuk menyelesaikan pekerjaan yang tidak mampu diselesaikan oleh manusia.

Beberapa alasan yang menyebabkan perkembangan robotika terjadi dalam waktu yang singkat, salah satunya adalah semakin mudahnya membangun sebuah komputer yang dapat dipasang langsung pada perangkat mekanis yang berukuran mini. Tanpa adanya sistem kendali komputer hampir tidak mungkin kita dapat mengendalikan pergerakan dari robot. Untuk itu dalam perancangan sebuah robot diperlukan pengetahuan mengenai sistem kendali komputer minimal sistem kendali berbasis mikrokontroler. Robot manipulator merupakan salah satu jenis robot yang sudah banyak digunakan manusia. Manipulator adalah suatu sistem mekanik yang digunakan dalam memanipulasi pergerakan mengangkat, memindahkan, dan memanipulasi benda kerja untuk meringankan kerja manusia. Robot manipulator dirancang menyerupai lengan manusia yang memiliki sifat fleksibel, sehingga mudah digunakan untuk melakukan pekerjaan yang cepat presisi dan berulang-ulang.

## TINJAUAN PUSTAKA

Robot Manipulator Pemindah Bahan

Dari kamus Oxford diperoleh definisi bahwa robot adalah *A machine capable of carrying out a complex series of actions automatically, especially one programmed by a computer* (sebuah mesin yang mampu melakukan serangkaian tugas rumit secara otomatis, terutama yang diprogram oleh komputer).

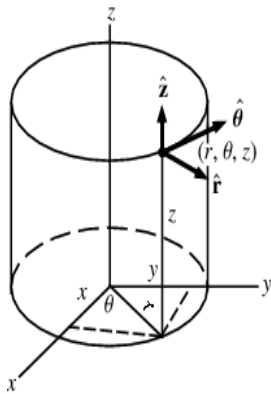
Pada dasarnya dilihat dari struktur dan fungsi fisiknya (pendekatan visual) robot terdiri dari dua bagian, yaitu: *Mobile Robot* yang merupakan konstruksi robot yang ciri khasnya adalah mempunyai aktuator berupa roda untuk menggerakkan keseluruhan badan robot tersebut, sehingga robot tersebut dapat melakukan perpindahan posisi dari satu titik ke titik yang lain. *Non-Mobile Robot* merupakan robot yang tidak dapat berpindah posisi dari satu tempat ke tempat lainnya, sehingga robot tersebut hanya dapat menggerakkan beberapa bagian dari tubuhnya dengan fungsi tertentu yang telah dirancang.

Sistem kontrol robotik pada dasarnya terbagi dua kelompok, yaitu sistem kontrol loop terbuka (*open loop*) dan loop tertutup (*close loop*). Manipulator robot adalah sistem mekanik yang menunjukkan pergerakan dari robot. Sistem mekanik ini terdiri dari susunan

link(rangka) dan joint (engsel) yang mampu menghasilkan gerakan yang terkontrol. Hanya dua tipe dasar dari jenis yang digunakan pada industri yaitu: (1) *Revolute joint* (R) yaitu perputaran pada sumbu tertentu, dan (2) *Prismatic joint* (P) yaitu pergeseran sepanjang sumbu tertentu.

### Sistem Koordinat

Sistem koordinat adalah suatu cara yang digunakan untuk menentukan letak suatu titik pada bidang ( $R^2$ ) atau ruang ( $R^3$ ). Beberapa macam sistem koordinat yang kita kenal, antara lain sistem koordinat Cartesius (Rene Descartes: 1596-1650), sistem koordinat kutub, sistem koordinat tabung, dan sistem koordinat bola. Pada bidang ( $R^2$ ), letak titik pada umumnya dinyatakan dalam koordinat Cartesius dan koordinat Polar. Sedangkan pada ruang ( $R^3$ ) letak suatu titik pada umumnya dinyatakan dalam koordinat Cartesius, koordinat Silinder dan koordinat bola.



Sebuah sistem koordinat silinder adalah sistem koordinat tiga dimensi yang menentukan posisi titik dengan jarak dari sumbu referensi yang dipilih, arah dari sumbu relatif ke arah referensi yang dipilih, dan jarak dari memilih referensi bidang yang tegak lurus dengan sumbu.

Terdapat empat aturan penempatan sumbu (x,y,z) yang harus diikuti dalam menentukan kordinat frame, adapun aturan tersebut dijelaskan sebagai berikut:

Sumbu Z selalu berada searah dengan sumbu joint (joint axis)

Sumbu X harus berada tegak lurus dengan kedua sumbu  $Z_n$  dan  $Z_{n-1}$

Sumbu y mengikuti right-hand rule, dimana peletakkannya diantara sumbu z dan x

Sumbu  $X_n$  harus memotong dengan sumbu  $Z_{n-1}$

### Motor Servo

Motor servo adalah motor DC yang memiliki sistem *close loop*. Pada dasarnya motor DC bekerja secara *open loop*, dimana putaran motor yang dihasilkan tidak diketahui kecepatan dan kekuatannya hingga hanya dapat digunakan pada sistem yang mencari arah perputaran dan bukan penempatan posisi. Motor servo mempunyai keluaran sebuah poros dengan torsi besar. Poros ini dapat dikontrol melalui modulasi lebar pulsa. Poros dapat diatur untuk bertahan pada posisi tertentu, berputar *clock wise* atau *counter clock wise*.

### Manipulator

Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar dari suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer mainframe, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Secara sederhana, komputer akan menghasilkan output yang spesifik berdasarkan input yang diterima dan program yang dikerjakan. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler sebagai alat yang mengerjakan perintah-perintah yang diberikan kepadanya.

### Arduino

Arduino adalah platform pembuatan prototipe elektronik bersifat open-source-hardware berdasarkan perangkat keras serta perangkat lunak. Arduino merupakan sebuah board mikrokontroler yang berbasis ATmega168. Arduino memiliki 14 pin input/output yang

mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu men-support mikrokontroller yang dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB (Maik, 2011:24-29).

**BAHAN DAN METODE**

Alat yang digunakan dalam bentuk perangkat lunak (software) dalam penelitian ini antara lain : (1) Program AutoCad 2013<sup>®</sup> digunakan untuk membuat desain robot yang akan dibuat, (2) Program 3Ds Max digunakan untuk membuat simulasi dan rendering hasil simulasi dalam bentuk video, (3) Program Atom<sup>®</sup> digunakan untuk memprogram robot, dan (4) Program Microsoft Office Word <sup>®</sup> digunakan untuk mencatat hasil dari simulasi.

Alat yang digunakan dalam bentuk perangkat keras (hardware) dalam penelitian ini antara lain: (1) Mur dan baut, (2) Kabel, (3) Obeng

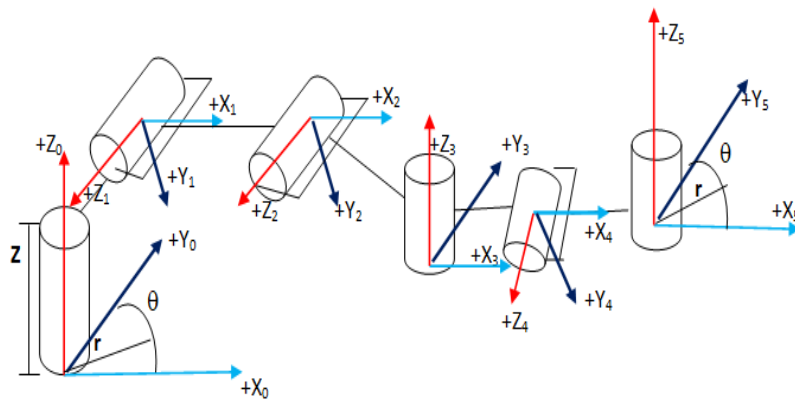
untuk merangkai robot, (4) Motor servo *parallax*, (5) Power Supply (12V/2200 mAh), (6) *Microcontroller*, (7) **Driver motor Servo**, dan (8) Acrylic.

Metode penelitian yang digunakan selama penelitian ini yaitu : studi literatur, formulasi dan simulasi robot, merangkai robot manipulator pemindah bahan serta melakukan pengujian kinerja. Terakhir membandingkan hasil eksperimen dan simulasi robot manipulator.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penempatan sumbu x,y,z dibuat berdasarkan ketentuan penempatan sumbu yang telah dibahas sebelumnya. Adapun letak koordinat silinder ditentukan dengan parameter radius (r), azimuth (θ) dan aplikat (z)

Penempatan Koordinat Silinder





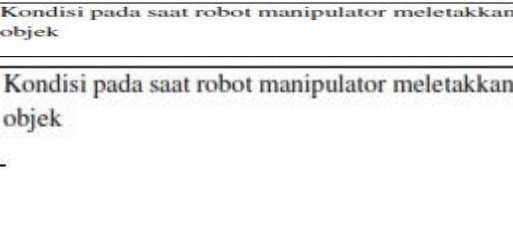
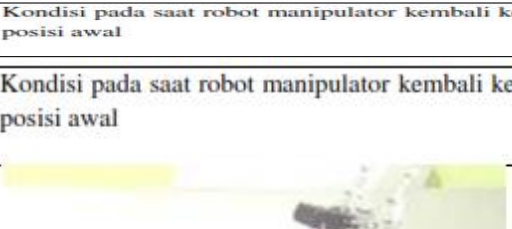
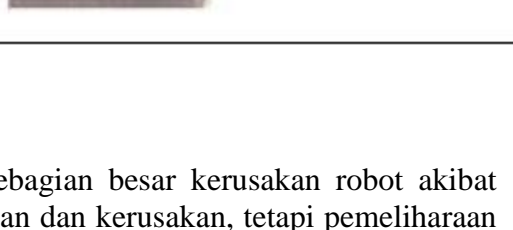
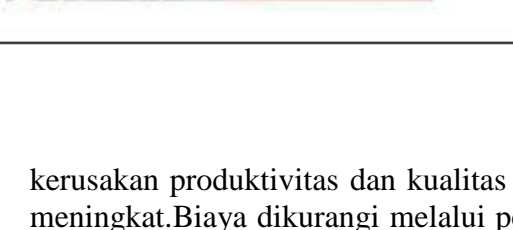


Gambar 1 Hasil Penempata sumbu x,y,z pada pergerakan robot manipulator pemindah bahan

Sehingga, dalam menentukan titik koordinat silinder pada gambar tersebut diatas diperlukan tabel koordinat silinder yang dapat dilihat dibawah ini:

n	Radius	Azimuth	Aplikat
0	$a_r=$	$a_{\theta}=$	$a_z=$
5	$a_r=$	$a_{\theta}=$	$a_z=$

Rangkaian robot untuk pergerakannya sebagai robot manipulator pemindah bahan berdasarkan hasil rangkaian yang telah dibuat

<p>Kondisi pada saat memulai pengoperasian</p>	<p>Kondisi pada saat robot manipulator mengambil objek</p>
	
<p>Kondisi pada saat robot manipulator memindahkan objek</p>	<p>Kondisi pada saat robot manipulator mengangkat objek</p>
	
<p>Kondisi pada saat robot manipulator memindahkan objek</p>	<p>Kondisi pada saat robot manipulator mengangkat objek</p>
	
<p>Kondisi pada saat robot manipulator memutar objek</p>	<p>Kondisi pada saat robot manipulator mendekati titik penempatan objek</p>
	
<p>Kondisi pada saat robot manipulator meletakkan objek</p>	<p>Kondisi pada saat robot manipulator kembali ke posisi awal</p>

Sebagian besar kerusakan robot akibat pemakaian dan kerusakan, tetapi pemeliharaan preventif mencegah hal ini terjadi selama beberapa tahun. Dengan pencegahan

kerusakan produktivitas dan kualitas produsen meningkat. Biaya dikurangi melalui pelestarian aset; artinya peralatan robotik bertahan lebih lama sehingga tidak akan ada pengeluaran

uang untuk menggantikannya tahun demi tahun. Hal ini juga berpotensi untuk menghasilkan ROI (Return On Investment) yang mana merupakan laba atas investasi yang lebih besar. Dengan rentang hidup yang meningkat, robot terbukti layak investasi untuk produsen.

Kegagalan memberikan perawatan pencegahan robot secara teratur dapat menyebabkan masalah termasuk: penyimpangan posisi, masalah pengulangan, kerusakan kabel, hilangnya program, dan kemungkinan masalah keamanan. Beberapa hal dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada robot manipulator secara berkala. Berikut ini merupakan hal-hal yang dapat dilakukan: pada (1) Ruang Kerja, (a) Robot membutuhkan ruang kerja yang bersih untuk bergerak dan melakukan aktivitas, (b) Jangan memasukkan benda asing ke salah satu komponen atau rongga internal, (c) Secara umum, jangan membiarkan atau menyebabkan robot jatuh, pada (2) Kabel Ekstensi, (a) Untuk menghindari sengatan listrik pada alat, jangan menggunakan adaptor multi soket atau kabel ekstensi daya yang memotong kabel arde atau menonaktifkan grounding, (b) Saat menggunakan kabel ekstensi daya atau adaptor multi soket, pastikan itu diarde. Tidak lebih dari satu perangkat ekstensi yang direkomendasikan, (c) Jika menggunakan adaptor multi-soket, berhati-hatilah saat mencolokkan kabel daya, pada (3) Area kerja, (a) Mulai dari posisi awal sebelum menyalakan robot, (b) Saat dimatikan, yang terbaik adalah menjaga robot tetap dalam postur bawaan tanpa kabel dicolokkan kecuali mengisi daya, (c) Sebelum memulai, pastikan ada ruang kosong yang cukup untuk operasi. Ini membutuhkan radius pada setidaknya 60 cm (24 inci) di sekitar robot untuk menghindari rintangan, pada (4) Tumpahan cairan, (a) Cairan yang tertumpah ke robot atau adaptor AC dapat menyebabkan korsleting dan menghentikan robot beroperasi, (b) Jangan menggunakan robot di lingkungan yang basah, (c) Jangan menghubungkan atau memutuskan sambungan baterai atau adaptor AC saat tangan basah dan (5) Hal-hal Khusus Lainnya seperti (a) Permukaan kerja harus

kering dan datar; karpet tebal atau karpet tidak dianjurkan untuk stabilitas operasional, (b) Jauhkan robot dari radiator, sumber panas dan sinar matahari langsung, (c) Suhu pengoperasian: antara 0 ° C dan 40 ° C (32 ° F hingga 104 ° F).

## KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan pengembangan prototipe robot manipulator pemindah bahan ini, maka dapat disimpulkan : (1) Penempatan koordinat silinder pada robot manipulator pemindah bahan telah dilakukan dengan memperhatikan aturan peletakan sumbu x,y,z, (2) Rangkaian robot telah dibuat dengan memanfaatkan sistem mekanik, sistem kontrol dan sistem elektronik yang telah dibuat menggunakan pelat aluminium, Motor servo LD-1501MG, Power Supply (12V/2200 mAh), dan Arduino. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa robot manipulator pemindah bahan yang dibuat telah bekerja dengan baik, (3) Perawatan perlu dilakukan mencegah terjadinya kerusakan pada robot manipulator pemindah bahan. Adapun perawatan yang dimaksud terdiri dari : perawatan ruang kerja, kabel ekstensi, area kerja, tumpahan cairan, serta hal-hal khusus lainnya seperti operasional, suhu, kelembapan, pengawasan dan modifikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alianzatex. 2016. *Mobile Robot*, (Online), (<https://www.alianzatex.com>), diakses pada tanggal 21 Mei 2018.
- Autocon. 2017. *Automation and Robotic Systems*, (Online), (<http://www.globalautocon.com>), diakses pada tanggal 21 Mei 2018.
- Caysar, Dina. 2014. "Pengaturan Pergerakan Robot Lengan *Smart Arm RoboticAx-12a* Melalui Pendekatan *Geometry Based Kinematic* Menggunakan *Arduino*". Jurnal. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Indonesia.
- Darmawan, Agus Budi et al. 2017. "Penerapan Metode Denavit-Hartenberg Pada Perhitungan Inverse Kinematics Gerakan Lengan Robot".

- Jurnal. Jurnal Muasa Sains, Teknologi, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan (Vol.1, No.1, April 2017: 287-292). Universitas Tarumanagara.
- Didi, Martinus. 2015. "Rancang Bangun Pengendalian Robot Lengan 4 DOF dengan GUI (*Graphical User Interface*) Berbasis Arduino Uno". Jurnal. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Indonesia.
- Diigiit. 2014. *Robotis Dynamixel AX-12A Smart Servomotor*, (Online), (<http://www.eu.diigiit.com>), diakses pada tanggal 21 Mei 2018.
- Ecadio. 2017. Mengenal Arduino Mega 2560, (Online) (<http://ecadio.com/belajardan-mengenal-arduino-mega>), diakses pada tanggal 21 Mei 2018.
- Firdaus, Ahmad Riyad. 2009. "Pemodelan Robot Manipulator". Batam: Politeknik Batam. Hobbyking. 2017. *Towerpro MG996R Robotic Servo*, (Online), (<https://hobbyking.com>), diakses pada tanggal 21 Mei 2018.
- M West, Darrel. 2015. "What happens if robots take the jobs? The impact of emerging technologies on employment and public policy". Jurnal. Center for Technology Innovation at Brookings. Washington.
- Muslimin, Selamat, dan Yudi Wijanarko. 2015. "Rancang Bangun Robot Berjari Pengikut Gerak Lengan Manusia Menggunakan Flex Sensor dengan Sistem Mikrokontroler ATMega 32". Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Msalah. 2009. *Design and Control of a Four DOF Robotic Arm*, (Online), (<http://www.msalah.com>), diakses pada tanggal 8 Mei 2018.
- Prima, Aries R. 2016. "Akankah Peran Manusia digantikan Robot?". Jurnal. Engineer Weekly Persatuan Insinyur Indonesia (No.03 W.V April 2016). Indonesia.
- Raspberrypi. 2016. *Manipulator*, (Online), (<https://www.raspberrypi.com>), diakses pada tanggal 21 Mei 2018.
- Robotic Online. 2017. *Robot Industrial Standar*, (Online), (<https://www.robotics.org>), diakses pada tanggal 25 Agustus 2018.
- Robots. 2018. *Robot Manipulator*, (Online), (<https://www.robots.com>), diakses pada tanggal 21 Mei 2018.
- Robottini. 2011. *Dynamixel AX-12A and Arduino: how to use the Serial Port*, (Online), (<http://robottini.altervista.org>), diakses pada tanggal 21 Mei 2018.
- Rouse, Margaret. 2009. *Definition End Effector*, (Online), (<http://whatis.techtarget.com/definition/end-effector>), diakses pada tanggal 12 Mei 2018.
- Rus, Daniela. 2011. *Lecture 14: Forward and Inverse Kinematics*, (Online), (<http://courses.csail.mit.edu>), diakses pada tanggal 21 Mei 2018.
- Whatis. 2009. *End Effector*, (Online), (<http://whatis.techtarget.com>), diakses pada tanggal 21 Mei 2018.
- Wikipedia. 2009. Denavit–Hartenberg Parameters, (Online), (<https://en.wikipedia.org>), diakses pada tanggal 25 Mei 2018.
- Wikipedia. 2018. Industrial Robot, (Online), (<https://en.wikipedia.org>), diakses pada tanggal 25 Agustus 2018.
- Zulkarnain. 2017. Sejarah Robot dan Perkembangannya, (Online), (<http://www.ilmuti.org>), diakses pada tanggal 18 Mei 2018.