

PERANCANGAN ROBOT SISTEM AUTOMATIC POSITIONING DENGAN MENGGUNAKAN METODE ODOMETRI

M. Taufiq Hidayat, Hendra Jaya, Misita Anwar

Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik
Universitas Negeri Makassar

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh fakta bahwa pada umumnya proses navigasi robot hanya mengandalkan garis maupun dinding yang mengakibatkan proses pergerakan robot terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain Robot sistem *Automatic Positioning* dengan Menggunakan Metode Odometri, untuk menguji coba Robot sistem *Automatic Positioning* dengan Menggunakan Metode Odometri, dan untuk menguji kelayakan Robot sistem *Automatic Positioning* dengan Menggunakan Metode Odometri. Penelitian ini menggunakan metode penelitian rancang bangun dan desain yang menghasilkan suatu produk robot sistem *Automatic Positioning* dengan Menggunakan Metode Odometri. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis output alat, analisis *functionality*, dan analisis *reliability*. Produk yang dihasilkan dari penelitian ini adalah Robot sistem *Automatic Positioning* dengan Menggunakan Metode Odometri yang menggunakan *rotary encoder* sebagai *input* kemudian diproses oleh mikrokontroler arduino mega sebagai pengendali utama yang memberi perintah gerak kepada *driver* motor dan motor dc yang berfungsi sebagai *output*. Hasil pengujian pengukuran dan pengamatan menunjukkan bahwa produk telah bekerja sesuai dengan yang diharapkan baik dari aspek fungsi dengan interpretasi sangat baik maupun dari aspek *reliability* dengan interpretasi sangat baik dengan rata-rata error hanya 1,7% sehingga dapat dikatakan layak.

Kata Kunci: Robot, Navigasi, *Automatic Positioning*, Odometri, *Rotary Encoder*.

PENDAHULUAN

Peningkatan pesat teknologi memberikan banyak efektivitas dan efisiensi manusia dalam beraktivitas saat ini. Khususnya di bidang robotika, salah satu kemajuan teknologi yang paling sering dimanfaatkan adalah kemampuan robot untuk bekerja sesuai dengan aktivitas yang dilakukan manusia. Beberapa robot dapat berpindah dari titik awal robot ke lokasi yang diinginkan, sementara yang lain membantu manusia dalam pekerjaannya dengan tidak diam di satu tempat.

Metode yang terlibat dalam menggerakkan robot memiliki dua cara berbeda, yaitu dibatasi oleh manusia secara fisik dan robot yang dapat menyelesaikan pekerjaan terprogram seperti yang ditunjukkan oleh keinginan klien. Untuk bergerak secara otomatis, robot otomatis membutuhkan sistem penginderaan dan navigasi. Biasanya, hanya dinding dan garis yang digunakan untuk penginderaan dan navigasi.

Metode yang digunakan untuk menggerakkan robot sangat menarik namun penggunaannya justru membatasi

perkembangan robot. Dengan kata lain, robot tidak dapat bergerak dari tempat ia mulai ke tempat yang diinginkannya kecuali ada garis atau dinding yang disiapkan di sekitar tempat yang diinginkannya. Jika robot berada di luar situasi dan terdapat garis atau dinding, robot tidak akan bergerak.

Proses pergerakan robot dapat lebih fleksibel karena metode odometri memperkirakan posisi relatif terhadap posisi awal. Posisi relatif robot dinilai dengan menggunakan estimasi jumlah pulse yang dihasilkan dari poros roda untuk diolah menjadi data oleh sensor *encoder* yang berputar. Untuk mengukur posisi keseluruhan robot, diperlukan konstanta pengubah yang dapat mengubah jumlah *counter* yang dihasilkan oleh *rotary encoder* menjadi panjang jalan yang harus dilalui robot.

Perkembangan penelitian mengenai dunia robotika terkhususnya yang berkaitan pada proses pergerakan robot. Maka, penulis ingin merancang robot sistem *automatic positioning* dengan menggunakan metode odometri untuk mengatasi keterbatasan pergerakan robot yang pada umumnya sistem navigasi yang digunakan hanya memanfaatkan garis dan dinding yang tentunya sangat membatasi pergerakan robot, seperti pada beberapa perusahaan, industri, dan *event-event* robotika sekelas Kontes Robot Indonesia (KRI) yang masih belum menggunakan metode odometri pada robotnya.

Robot

Robot dalam sejarah awalnya dari kata *robota* (dalam bahasa ceka) yang artinya pekerja, budak, buruh atau kuli. Robot adalah suatu perangkat mekanis yang mampu melakukan pekerjaan-pekerjaan

yang sifatnya fisik yang berada dibawah pengendalian dan inspeksi manusia, ataupun yang dijalankan dengan *listing* program yang telah terdefinisi atau menggunakan teknologi terbaru *artificial intelligence*. Terdapat beragam definisi yang diperkenalkan dan dijelaskan oleh ahli-ahli robotik dunia.

Robot juga dicirikan sebagai pengontrol yang dapat dirancang ulang untuk memindahkan perangkat, bahan, atau perangkat keras tertentu dengan program pengembangan yang berbeda untuk tugas yang berbeda dan selanjutnya mengontrol dan menyinkronkan peralatan dengan pekerjaannya, oleh Robot Institute of America, (Gonzalez, 1987).

Robot adalah kerangka mekanis yang memiliki kemampuan gerakan yang hampir setara dengan kemampuan gerakan entitas organik hidup, atau perpaduan dari banyak kemampuan gerakan dengan kemampuan berwawasan, oleh official japanese. Struktur mekanis, sistem kontrol, dan unit penggerak merupakan tiga sistem dasar di mana industri robotika dibangun, (Eugene, 1976).

Automatic Positioning

Sistem Robot *Automatic Positioning* adalah sistem integrasi perangkat lunak dan perangkat keras yang secara fleksibel memungkinkannya untuk memindahkan target bergerak baik secara otomatis maupun waktu nyata. Sistem *Automatic Positioning* pada robot bermanfaat untuk berbagai macam aplikasi robot. Mereka ideal untuk penanganan material otomatis, transfer bagian, atau aplikasi yang melibatkan mesin termasuk cetakan injeksi dan perawatan mesin.

Sistem *Automatic Positioning* pada robot juga dapat digunakan untuk

mengotomatisasi aplikasi pengelasan, pengecatan, perakitan, pengeboran, dan pengeluaran. Mereka dapat memungkinkan robot untuk dapat bekerja dengan bagian besar dengan memperluas amplop kerja mereka. Amplop kerja yang diperluas juga bermanfaat untuk mentransfer bagian beberapa kaki dalam waktu singkat.

Sistem *Automatic Positioning* pada robot memecahkan salah satu keterbatasan robot industri yaitu kurangnya mobilitas. Sistem penentuan posisi robot mengubah robot yang dipasang di lantai stasioner menjadi robot bergerak dengan kemampuan untuk bergerak di sepanjang jalur produksi. Sistem ini memungkinkan robot industri tunggal untuk menyelesaikan banyak tugas dalam proses produksi karena dapat bergerak di sekitar fasilitas manufaktur. Dengan sistem penentuan posisi robot, lebih sedikit robot yang dibutuhkan untuk otomatisasi karena seseorang dapat melakukan beberapa tugas.

Metode Odometri

Menggunakan data dari sensor gerak, metode odometri memperkirakan perubahan posisi dari waktu ke waktu. Sistem odometri akan menggunakan jumlah pulsa dari setiap putaran rotary encoder untuk menghitung posisi dan jarak yang ditempuh, yang selanjutnya akan diproses secara matematis. Pada tingkat dasar, strategi Odometri mengukur posisi secara komparatif dengan posisi dasar dan ini memungkinkan pengembangan robot menjadi lebih mudah beradaptasi.

Penilaian posisi keseluruhan robot dari teknik odometri menggunakan perhitungan jumlah *pulse* yang dihasilkan dari putaran roda untuk diolah menjadi data oleh rotary encoder. Untuk mengukur posisi keseluruhan robot, diperlukan konstanta

pengubah yang dapat mengubah jumlah *counter* yang dihasilkan oleh *rotary encoder* menjadi panjang jalan yang harus ditempuh oleh robot. Posisi tersebut terus dihitung hingga mencapai posisi tujuan.

Mikrokontroler akan mengolah data dari rotary encoder sebelum ditampilkan pada liquid crystal display (LCD). Informasi selanjutnya akan digunakan sebagai semacam perspektif untuk pedoman bagi robot untuk mengetahui posisi terakhir robot. Semua rangkaian dan modul yang menyusun robot ini mendapatkan suplai tegangan dari baterai.

Rotary Encoder

Perangkat elektromekanis yang dapat memonitor pergerakan dan posisi adalah *rotary encoder*. Biasanya, *rotary encoder* menghasilkan rangkaian pulsa yang dapat diartikan sebagai gerakan, posisi, atau arah menggunakan sensor optik. sehingga *rotary encoder* dapat mengubah posisi sudut poros benda yang berputar menjadi informasi yang dapat ditransmisikan oleh rangkaian kontrol dalam bentuk kode digital. Sebagian besar *rotary encoder* digunakan untuk mengontrol driver motor, robot, dan perangkat lainnya.

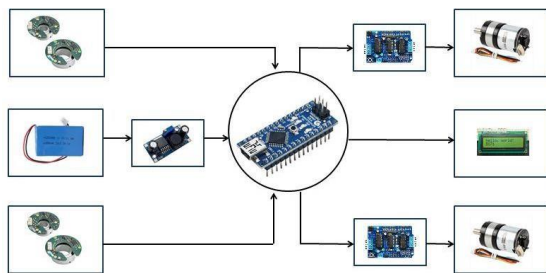
Rotary encoder berputar terbuat dari piringan kecil yang memiliki bukaan di lingkaran piringan. LED diletakkan di satu sisi piringan sehingga cahaya akan masuk ke piringan. Sebuah *photo-transistor* diposisikan di sisi lain untuk mendeteksi cahaya dari LED yang berlawanan. Piringan tipis itu dirangkai ke poros motor atau perangkat berputar lainnya yang posisinya ingin kita ketahui sehingga piringan juga akan berputar saat motor bergerak. *Photo-transistor* akan mengalami saturasi dan menghasilkan pulsa gelombang persegi jika

posisi piringan menyebabkan cahaya LED melewati lubang tersebut. Keakuratan *rotary encoder* ditentukan oleh jumlah lubang yang dapat dibuat pada piringan dan jumlah rangkaian pulsa yang dihasilkan selama satu putaran.

METODE PENELITIAN

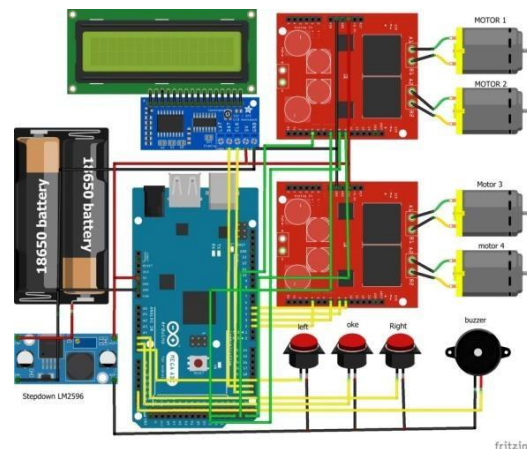
Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian rancang bangun dan desain yang menghasilkan suatu produk yang dapat digunakan untuk memajukan ilmu pengetahuan di Universitas Negeri Makassar, khususnya di bidang robotika. Dengan adanya alat ini diharapkan dapat memaksimalkan proses navigasi robot. Produk penelitian ini menggunakan model perancangan prototype dalam proses pembuatan robot dengan menggunakan *rotary encoder* pada *motor dc* sebagai masukan (input) kemudian diproses oleh mikrokontroler dalam hal ini arduino mega untuk kemudian mengirimkannya menjadi putaran motor dc yang bertindak sebagai keluaran (output).



Gambar 3.1. Alur Perancangan Robot

Pada sistem ini, tahapan perancangan elektronika robot merupakan tahapan untuk menyatukan koneksi antara mikrokontroler Arduino mega, *rotary encoder*, dan motor DC. Tahap perencanaan ini akan digambarkan dan dimaknai pada setiap rangkaian yang akan dihubungkan melalui pin-pin pada Arduino mega.



Gambar 3.2. Skema Rangkaian Robot

Teknik Analisa Data

a. Pengujian *functional*

Pengujian ini menggunakan metode black box testing. Instrument yang digunakan berupa test case untuk menilai karakteristik fungsionalnya dimana terdiri dari 6 butir. Pengujian dilakukan oleh penulis untuk melihat subjektivitas data pengujian. Untuk fungsi berjalan baik maka diberikan tanda centang pada kolom Ya dan sebaliknya jika fungsi tidak berjalan dengan semestinya akan di centang pada kolom Tidak.

b. Pengujian *reliability*

Untuk mengetahui tingkat kehandalan alat dilakukan pengujian karakteristik kehandalan dengan mengamati kerja robot dengan beberapa kali pengukuran dan pengamatan dilakukan dengan alat ukur kalibrasi yang telah dibakukan. Kesalahan pengukuran atau data kesalahan dari pengamatan perbandingan pengukuran alat pemantau dengan alat ukur kalibrasi yang terstandarisasi digunakan dalam pengujian ini untuk mengetahui persentase kesalahan.

HASIL PENELITIAN

Hasil Pengujian

Produk penelitian ini diberi dua rangkaian pengujian yaitu Analisis Functional dan Analisis Reliability. Hasil pengujian untuk setiap aspek adalah sebagai berikut:

a. Pengujian *functional*

Persentase untuk keseluruhan penilaian adalah:

$$Ya = \left(\frac{6}{6}\right) \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Tidak} = \left(\frac{0}{6}\right) \times 100\% = 0\%$$

Dari pengujian tersebut diperoleh nilai pada masing-masing item *test-case* yang terdapat pada lampiran hasil pengujian aspek *functionality*. Kemudian melalui proses analisis deskriptif selanjutnya dimasukkan pada tabel konversi nilai. Dari proses tersebut didapatkan hasil persentase bernilai 100% pada kelayakan sistem dari sisi fungsionalitas dan hal ini menggambarkan bahwa produk memiliki interpretasi Sangat Layak.

b. Pengujian *Reliability*

Tabel 4.1. Pengujian Robot Arah Maju

No	Target (cm)			Hasil (cm)			Error (%)		
	X	Y	Kembali ke Titik Awal	X	Y	Kembali ke Titik Awal	X	Y	Kembali ke Titik Awal
1.	0	30,0	0	0	29,5	-0,5	0	1,6	1,6
2.	0	50,0	0	0	49,0	-0,5	0	2,0	1,4
3.	0	70,0	0	0	69,0	-1,0	0	1,5	1,4
4.	0	90,0	0	0	89,0	-1,0	0	1,2	1,1
5.	0	100,0	0	0	98,5	-1,5	0	1,5	1,5
Rata-Rata Error (%)							1,5		

Hasil pengujian yang telah dilakukan pada robot sistem *automatic positioning* dengan menggunakan metode odometri yang dirancang, robot bergerak mengarah maju pada titik koordinat Y dengan persentase rata-rata error sebesar 1,5% Dengan

demikian dapat terlihat bahwa unjuk kerja robot sistem *automatic positioning* dengan menggunakan metode odometri sudah sesuai dengan keinginan, yaitu dapat bergerak maju kedepan dan kembali ke titik awal dengan rata-rata persentase error < 3%.

Tabel 4.2. Pengujian Robot Arah Kanan

No	Target (cm)			Hasil (cm)			Error (%)		
	X	Y	Kembali ke Titik Awal	X	Y	Kembali ke Titik Awal	X	Y	Kembali ke Titik Awal
1.	30	0	0	29,0	0	-0,5	3,3	0	1,6
2.	50	0	0	49,0	0	-0,5	2,0	0	1,0
3.	70	0	0	68,5	0	-1,0	1,2	0	1,4
4.	90	0	0	88,5	0	-1,0	1,7	0	1,1
5.	100	0	0	99,0	0	-2,0	1,0	0	2,0
Rata-Rata Error (%)							1,6		

Hasil pengujian yang telah dilakukan pada robot sistem *automatic positioning* dengan menggunakan metode odometri yang dirancang, robot bergerak mengarah maju pada titik koordinat X dengan persentase rata-rata error sebesar 1,6% Dengan demikian dapat terlihat bahwa unjuk kerja robot sistem *automatic positioning* dengan menggunakan metode odometri sudah sesuai dengan keinginan, yaitu dapat bergerak ke arah kanan dan kembali ke titik awal dengan rata-rata persentase error < 3%.

Tabel 4.3. Pengujian Robot Arah Kiri

No	Target (cm)			Hasil (cm)			Error (%)		
	X	Y	Kembali ke Titik Awal	X	Y	Kembali ke Titik Awal	X	Y	Kembali ke Titik Awal
1.	-30	0	0	29,5	0	-1,0	1,6	0	3,3
2.	-50	0	0	49,0	0	-1,5	2	0	3,0
3.	-70	0	0	69,0	0	-1,0	1,5	0	1,5
4.	-90	0	0	88,0	0	-1,5	2,2	0	1,6
5.	-100	0	0	98,0	0	-2,5	2,0	0	2,5
Rata-Rata Error (%)							2,0		

Hasil pengujian yang telah dilakukan pada robot sistem *automatic positioning* dengan menggunakan metode odometri yang dirancang, robot bergerak mengarah maju pada titik koordinat X dengan persentase rata-rata error sebesar 2,0% Dengan demikian dapat terlihat bahwa unjuk kerja robot sistem *automatic*

positioning dengan menggunakan metode odometri sudah sesuai dengan keinginan, yaitu dapat bergerak ke arah kiri dan kembali ke titik awal.

Tabel 4.4. Pengujian Robot Arah Mundur

No	Target (cm)			Hasil (cm)			Error (%)		
	X	Y	Kembali ke Titik Awal	X	Y	Kembali ke Titik Awal	X	Y	Kembali ke Titik Awal
1.	0	-30	0	0	29,5	-0,5	0	1,7	1,6
2.	0	-50	0	0	49,0	-1,0	0	2,0	2,0
3.	0	-70	0	0	68,5	-1,0	0	2,2	1,4
4.	0	-90	0	0	89,0	-1,0	0	1,2	1,1
5.	0	-100	0	0	98,5	-1,5	0	1,5	1,5
Rata-Rata Error (%)							1,6		

Hasil pengujian yang telah dilakukan pada robot sistem *automatic positioning* dengan menggunakan metode odometri yang dirancang, robot bergerak mengarah maju pada titik koordinat Y dengan persentase rata-rata error sebesar 1,6% Dengan demikian dapat terlihat bahwa unjuk kerja robot sistem *automatic positioning* dengan menggunakan metode odometri sudah sesuai dengan keinginan, yaitu dapat bergerak arah mundur dan kembali ke titik awal.

Tabel 4.5. Pengujian Robot Arah yang diinginkan

No	Target (cm)			Hasil (cm)			Error (%)		
	X	Y	Kembali ke Titik Awal	X	Y	Kembali ke Titik Awal	X	Y	Kembali ke Titik Awal
1.	-30	10	0	29,5	10,0	-0,5	1,7	0	1,6
2.	-40	-20	0	39,0	19,5	-1,0	2,5	2,5	2,5
3.	10	-70	0	10,0	69,0	-1,5	0	1,5	2,1
4.	20	90	0	19,5	88,5	-2,5	2,5	1,6	2,7
5.	100	-10	0	98,0	10,0	-2,5	2	0	2,5
Rata-Rata Error (%)							1,7		

Hasil pengujian yang telah dilakukan pada robot sistem *automatic positioning* dengan menggunakan metode odometri yang dirancang, robot bergerak mengarah maju pada titik koordinat X dengan persentase rata-rata error sebesar 1,7% Dengan demikian dapat terlihat bahwa unjuk kerja robot sistem *automatic positioning* dengan menggunakan metode odometri sudah sesuai dengan keinginan, yaitu dapat

bergerak ke arah lokalisasi yang diinginkan dan kembali ke titik awal.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Penelitian ini Hasil penelitian menggunakan model perancangan prototype menghasilkan sebuah produk berupa robot sistem *automatic positioning* dengan menggunakan metode odometri yang mampu memecahkan permasalahan proses navigasi robot yang sangat terbatas, karenasacara umum robot dapat bernavigasi secara leluasa dengan menggunakan sistem odometri.
2. Hasil pengujian secara keseluruhan menunjukkan aspek fungsional pengujian robot sistem *automatic positioning* dengan metode odometri memiliki interpretasi sangat baik dengan nilai 100%, dan uji reliabilitas memiliki interpretasi sangat baik dengan rata-rata error 1,7%. Kedua pengujian ini dilakukan dengan menggunakan persentase kelayakan yang sesuai dengan rumus umum functionality dan reliability.

Saran

1. Lebih meningkatkan ketelitian dan presisi robot karena sangat berpengaruh pada proses kerja robot yang membutuhkan keakuratan dan penempatan posisi yang tingkat tinggi.
2. Lebih memperhatikan penentuan penempatan posisi motor dan roda pada saat pembuatan mekanik pemasangan rotary encoder.
3. Menggunakan motor yang memiliki kualitas sangat baik agar menunjang keakuratan positioning robot.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. 2004. IPA FISIKA : - Jilid 3. ESIS.
- Akmal. (2019). Lebih Dekat Dengan Industri 4.0. Deepublish.
- Angin. 2009. Sekilas Rotary Encoder (<https://konversi.wordpress.com/2009/06/12/sekilas-rotary-encoder/> diakses 08 agustus 2022)
- Andrianto, H. (2015). Pemrograman dan Mikrokontroler AVR ATmega16. Bandung: Informatika.
- Ansori, H. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif. Surabaya: Airlangga University Pers.
- Bahasa, B. P. dan P. (n.d.). Kamus Besar Bahasa Indonesia. <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/pe nerapan>
- Dharmawan, Hari Arief. 2017. Mikrokontroller: Konsep Dasar dan Praktis. Universitas Brawijaya Press.
- Elga Aris Prasetyo. 2017. cara menambahkan librari pada arduino IDE. (<https://www.arduinoindonesia.id/2017/02/cara-menambahkan-library-pada-arduino.html> diakses 16 Juli 2022)
- Handayani. 2018. Kendali Robot Bluetooth Dengan Smartphone Android Berbasis Arduino Uno. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, (online). (<http://jurnal.fikom.umi.ac.id/index.php/ILKOM/article/view/363> diakses 17 Juli 2022)
- Heri Andrianto & Aan Darmawan. 2016. Arduno Belajar Cepat dan pemrograman. Bandung: Penerbit Informatika.
- Jaya, H. (2016). Desain dan Implementasi Sistem Robotika Berbasis Mikrokontroller. Universitas Negeri Makassar.
- S. T., Sutarsi Suhaeb, S. T., & Idhar, A. M. (2017). Embedded System And Robotics. Buku Ajar. Universitas Negeri Makassar.
- Kadir, S. (2015). Buku Pintar Pemrograman Arduino. Yogyakarta: Mediakom.
- Mandas, Calvin Angel. 2019. Rancang bangun Mobile Robot berbasis pengenalan suara dengan sistem kontrol Bluetooth dan sensor Ultrasonik menggunakan Raspberry Pi. *Sarjana thesis, UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, (online). (<http://digilib.uinsgd.ac.id/46405/> diakses 17 Juli 2022)
- Muhammad Fauzan. 2020. Bahasa Pemrograman Arduino. Yogyakarta: Penerbit K- Media
- Najar. 2017. Rancang Bangun Keamanan Pintu Berbasis Arduino Uno dengan Quick Response Code pada Ruang Laboratorium Komputer di SMK Negeri Satu Tambelang. *InformatikaSMANTIK*, (online), vol.1, no.2 (<https://www.simantik.panca-sakti.ac.id/index.php/simantik/article/view/25/> (diakses 16 Juli 2022)
- Sari, Tika Novita. 2016. —Analisis Kualitas Dan Pengembangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web Menggunakan Standard Iso 9126.¶
- Sari M.W dan Hardyanto H. 2016. Implementasi Aplikasi Monitoring Pengendalian Pintu Gerbang Rumah Menggunakan APP Inventor Berbasis Android. *Jurnal EKSIS*, vol.9, no.1. (<https://www.neliti.com/publications> diakses 16 Juli 2022)