

# Sistem Kendali Navigasi Robot Manual

Sapta Nugraha, Tri Ananda Putra, Tonny Suhendra

**Abstract**—The purpose of this study is to control the robot's navigation manually and determine the coordinate position and movement patterns of the manual robot. This study uses GPS to determine the position of coordinates and patterns of manual robot movements. Manual robot navigation control systems use wireless joysticks and use of omni wheels on manual robot mechanics to maneuver movements in all directions. The control device uses the Serial Peripheral Interface (SPI) communication by utilizing the nRF24L01 communication device on the 2.4 GHz RF band. The results showed that the position and pattern of manual robot navigation movements can be known based on the coordinate points on the route taken. In addition, wireless joysticks can control manual robots to maneuver the movements of manual robots in all directions.

**Index Terms**—Navigation, manual robot, control systems, wireless communication.

**Abstrak**—Tujuan penelitian ini adalah mengendalikan navigasi robot manual serta menentukan posisi koordinat dan pola pergerakan robot manual. Penelitian ini menggunakan GPS untuk menentukan posisi koordinat dan pola pergerakan robot manual. Sistem kendali navigasi robot manual menggunakan *joystick* nirkabel serta penggunaan roda omni pada mekanik robot manual untuk melakukan manuver pergerakan ke segala arah. Perangkat kendali menggunakan komunikasi *Serial Peripheral Interface* (SPI) dengan memanfaatkan perangkat komunikasi nRF24L01 pada pita gelombang RF 2.4 GHz. Hasil penelitian didapatkan bahwa posisi dan pola pergerakan navigasi robot manual dapat diketahui berdasarkan titik-titik koordinat pada rute yang ditempuh. Selain itu, *joystick* nirkabel dapat mengendalikan robot manual untuk melakukan manuver pergerakan robot manual ke segala arah.

**Kata Kunci**—Komunikasi nirkabel, navigasi, robot manual, sistem kendali.

## I. INTRODUCTION

Perkembangan dunia robotika semakin meningkat dari tahun ke tahun. Berbagai hal dilakukan untuk mengembangkan teknologi di bidang robotika. Salah satunya kendali navigasi robot manual serta penentuan posisi koordinat dan pola pergerakan robot manual. Teknologi robot mengalami perkembangan yang

menyeluruh dari sisi navigasi robot.

Kendali navigasi manual pada robot *vacuum cleaner* melalui *remote control* [1]. Robot dikendalikan menggunakan pin digital pada *remote control*. Kendali robot menggunakan *remote control* dilakukan dengan mengirimkan sinyal dari Rx ke Tx menggunakan pembangkit yaitu sinyal dari clock dengan kekuatan frekuensi 2,4 GHz. Robot berhasil dikendalikan untuk pergerakan maju, mundur, belok secara menyeluruh pada motor DC dan kendali motor servo pada lengan robot.

Kendali *mobile robot* manipulator menggunakan perangkat *joystick wireless* berbasis mikrokontroler ATmega 8 [2]. Mikrokontroler melakukan koneksi dengan perangkat kendali menggunakan komunikasi *Serial Peripheral Interface* dengan 2 modul *transmitter* dan *receiver*. Data yang diterima mikrokontroler digunakan sebagai nilai awal untuk melakukan kendali *mobile robot* manipulator. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *joystick wireless* dapat mengendalikan pergerakan *mobile robot* manipulator dan melakukan komunikasi pada jarak 0 – 10 meter.

Kendali navigasi robot tank dilakukan melalui gerakan tangan manusia dengan menempatkan sensor accelerometer ADXL335 pada sarung tangan yang digunakan untuk mendeteksi bentuk gerakan tangan tersebut. Inputan dari sensor akan diproses oleh Arduino Nano ditransmisikan melalui nRF24L01 2.4GHz. Hasil menunjukkan bahwa perangkat dapat mendeteksi gerak yang kemudian diterima dan diolah perangkat Arduino Mega pada robot tank menjadi gerakan navigasi robot tank [3].

Pemanfaatan teknologi GPS dan Kompas pada aplikasi android untuk navigasi *mobile robot* dalam penentuan posisi dan arah pergerakan robot serta sensor ultrasonik dalam melakukan deteksi objek di sekitar [4]. Data yang diterima dari input GPS dan Kompas dikirimkan untuk diproses menjadi sinyal dalam mengendalikan pergerakan *mobile robot*. Robot dapat dikendalikan dan berhasil mendeteksi objek di sekitar pergerakan robot.

Sistem kendali navigasi robot manual pada penelitian ini adalah bagaimana menentukan posisi koordinat dan pola pergerakan robot manual. Penelitian ini menggunakan GPS untuk menentukan posisi koordinat

F. A. Dosen, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Maritim Raja Ali Haji, Jl. Politeknik Senggarang No. 1, Tanjungpinang, Indonesia (corresponding author; email [saptanugraha@umrah.ac.id](mailto:saptanugraha@umrah.ac.id))

S. B. Mahasiswa, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Maritim Raja Ali Haji, Jl. Politeknik Senggarang No. 1, Tanjungpinang, Indonesia.

T. C. Dosen, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Maritim Raja Ali Haji, Jl. Politeknik Senggarang No. 1, Tanjungpinang, Indonesia.

dan pola pergerakan robot manual. Sistem kendali navigasi robot manual menggunakan *joystick* nirkabel serta penggunaan roda omni pada mekanik robot manual untuk melakukan manuver pergerakan ke segala arah. Perangkat kendali menggunakan komunikasi *Serial Peripheral Interface* (SPI) dengan memanfaatkan perangkat komunikasi nRF24L01 pada pita gelombang RF 2.4 GHz.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan sirkuit mikrokontroler berdasarkan ATmega2560. Mikrokontroler ini memiliki 54 pin input / output digital (15 pin sebagai output PWM), 16 input analog, 4 UART, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset. Spesifikasi ini dibutuhkan untuk mendukung perangkat mikrokontroler. Arduino Mega 2560 dapat dinyalakan dengan menghubungkan langsung ke komputer menggunakan kabel USB. Selain itu juga, dapat dinyalakan dengan adaptor AC ke DC atau sumber daya listrik dari baterai. Arduino Mega kompatibel dengan berbagai macam perangkat yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Diecimila.

### B. GPS NEO 6M

GPS NEO 6M adalah modul GPS yang dikoneksikan ke *minsys* (Arduino, Raspberry Pi, dan lainnya) dengan koneksi serial TTL 3v3. Modul GPS yang dikoneksikan ke *minsys* akan memiliki kemampuan untuk mengetahui posisi (koordinat) dengan bantuan satelit GPS. GPS NEO 6M memiliki sensitivitas tinggi untuk aplikasi dalam ruangan dan memiliki EEPROM untuk menyimpan pengaturan konfigurasi. Modul ini bekerja dengan baik dengan input DC dalam kisaran 3,3 hingga 5V. Modul NEO 6M mencakup satu antarmuka UART yang dapat dikonfigurasi untuk komunikasi serial dengan *baud rate* UART (TTL) *default* adalah 9.600.

### C. NRF24L01 Module

NRF24L01 merupakan modul komunikasi jarak jauh yang menggunakan frekuensi pita gelombang radio 2.4-2.5 GHz *Industrial Scientific and Medical* (ISM). NRF24L01 memiliki kecepatan sampai 2Mbps dengan pilihan opsi *date rate* 250 Kbps, 1 Mbps, dan 2 Mbps. *Transceiver* terdiri dari *synthesizer* frekuensi terintegrasi, kekuatan *amplifier*, osilator kristal, *demodulator*, *modulator* dan *Enhanced ShockBurst*™ mesin protokol. Output daya, saluran frekuensi, dan setup protokol yang mudah diprogram melalui antarmuka *Serial Peripheral Interface* (SPI). Konsumsi arus yang digunakan sangat rendah, hanya 9.0 mA pada daya output -6 dBm dan 12.3 mA dalam mode RX. *Built-in Power Down* dan *mode standby* membuat penghematan daya dengan mudah terealisasi [5].

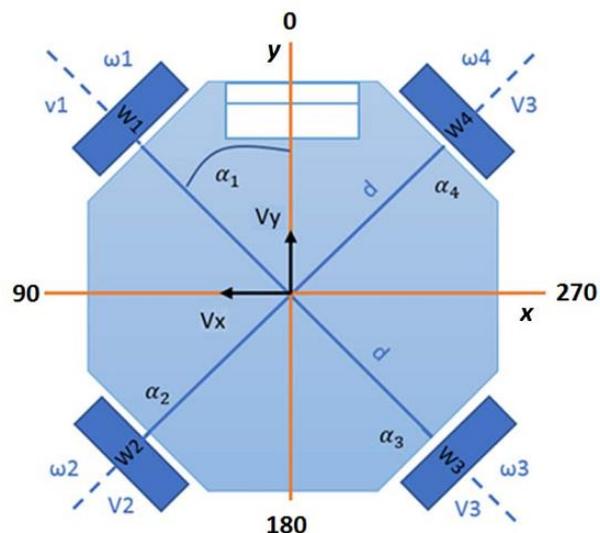
### D. Joystick Nirkabel PS2

Joystick nirkabel PS2 terdiri dari dua modul nRF24L01, yaitu modul transmitter dan modul receiver. Modul transmitter berfungsi sebagai data input dan mengirim data input tersebut ke modul receiver.

Sedangkan modul receiver berfungsi sebagai penerima data yang dikirim dari modul transmitter. Pada setiap joystick nirkabel PS2 terdapat kontroler yang bertugas untuk berkomunikasi dengan perangkat nRF24L01. Komunikasi yang digunakan adalah serial sinkron, yaitu data dikirim satu per satu melalui jalur data. Untuk mengkoordinasikan antara pengirim dan penerima terdapat satu jalur clock. Hal inilah yang membedakan serial sinkron dengan serial asinkron (UART/RS232) yang dapat bekerja tanpa jalur clock karena masing-masing pengirim dan penerima mempunyai clock [6].

### E. Kinematika pada Omnidirectional Robot

Kinematika robot digunakan untuk mendefinisikan arah dan kecepatan robot. Berdasarkan sifatnya, robot jenis ini termasuk dalam kategori robot *holonomic*. Robot dapat berpindah ke sebelah kiri atau kanan tanpa terlebih dahulu mengubah orientasi robot [7], dengan menggunakan kinematika balik yang mengubah masukan (input) posisi dalam bentuk koordinat (x,y) dengan sudut  $\theta$  menjadi kecepatan masing-masing roda, yaitu  $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$ , dan arah putaran roda. Simbol untuk roda pada setiap sisi robot secara berurutan yaitu W1, W2, W3 dan W4. Gbr. 1 merupakan rancangan robot omni dengan bentuk frame "X" dengan empat buah roda sehingga sudut yang terbentuk antar sumbu roda dengan sumbu y,  $\alpha_1 = 45^\circ, \alpha_2 = 135^\circ, \alpha_3 = 225^\circ, \alpha_4 = 315^\circ$ . Kecepatan linear roda masing-masing yaitu  $v_1, v_2, v_3, v_4$  dan d merupakan jarak (meter) antara roda dan pusat roda.  $V_x$  dan  $V_y$  adalah kecepatan terhadap sumbu x dan y pada robot.

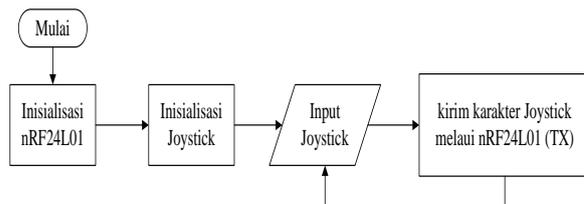


Gbr. 1. Susunan dan konfigurasi roda omni

## III. METODE PERANCANGAN

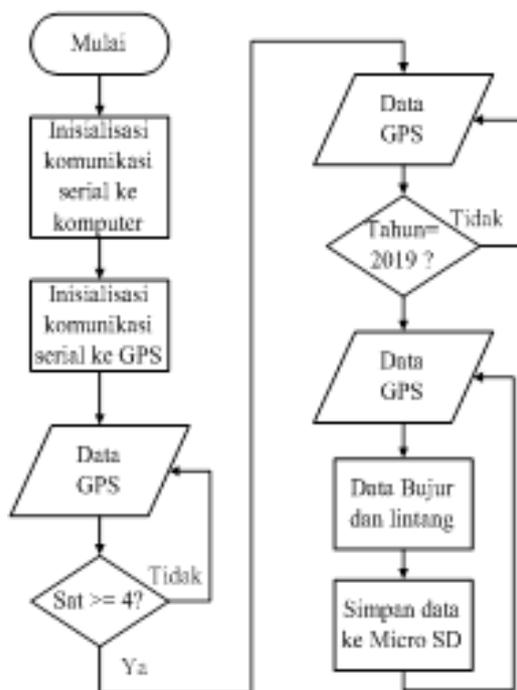
Proses Keseluruhan sistem robot dibagi menjadi 3 sistem yaitu sistem kontrol, sistem robot manual (MR-1) dan sistem navigasi.

Gbr. 2 menjelaskan saat sistem kontrol dinyalakan maka inisialisasi nRF24L01 dilakukan, selanjutnya inisialisasi Joystick dilaksanakan, kemudian Arduino Nano menunggu input dari operator. Tombol yang ditekan akan dikonversikan menjadi karakter Khusus yang akan di kirim kepada sistem MR-1 melalui nRF24L01.



Gbr. 2. Diagram alir sistem kontrol

Gbr. 3 menjelaskan diagram alir sistem navigasi. Sistem ini dimulai dengan menginisialisasi komunikasi serial kepada komputer dan komunikasi serial kepada GPS. Jika data satelit GPS terbaca dengan nilai lebih dari atau sama dengan 4, maka akan masuk program selanjutnya, jika tidak maka akan kembali mengambil data awal. Ketika data satelit terbaca nilai lebih dari 4, maka arduino menunggu data tahun dari GPS. Jika tahun bernilai lebih dari atau sama dengan 2019, maka arduino akan melanjutkan program pengambilan data kordinat. Jika tidak akan kembali mengambil data tahun. Ketika data tahun lebih dari sama dengan 2019, maka GPS akan mengambil data berupa data bujur dan data lintang yang akan disimpan pada micro SD Card.

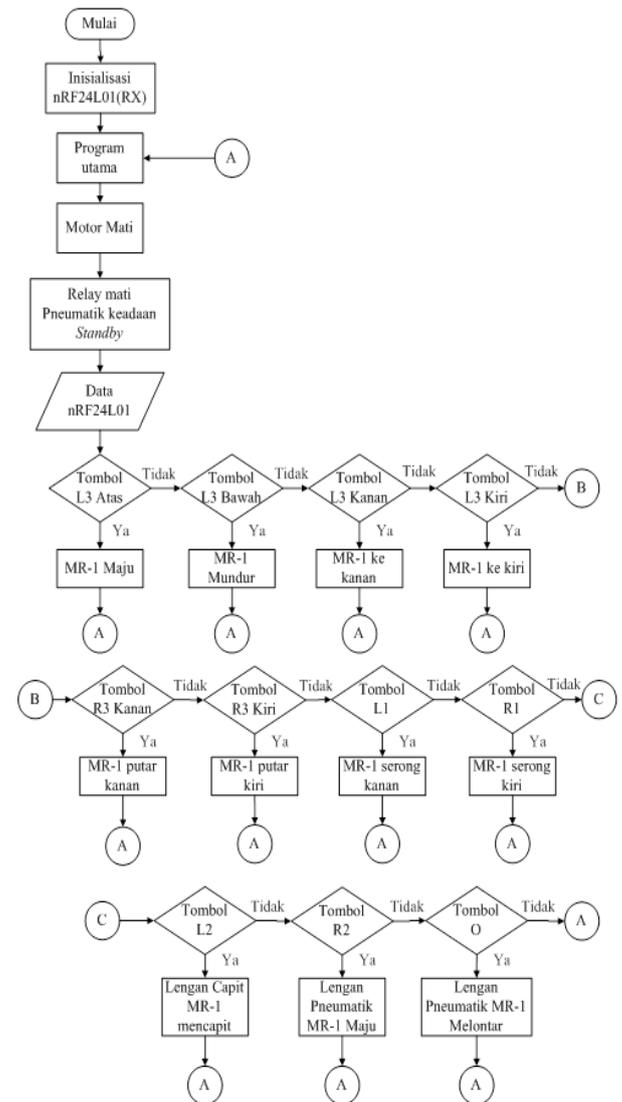


Gbr. 3. Diagram alir sistem navigasi

Gbr. 4 menjelaskan sistem MR-1. Inisialisasi nRF24L01 dilakukan saat sistem ini dinyalakan, lalu masuk pada program utama. Motor dan Relay dalam keadaan mati, Kemudian menunggu data karakter dari sistem kontrol yang diterima dari nRF24L01. Ketika karakter L3 atas maka MR-1 bergerak maju, karakter L3 bawah maka MR-1 bergerak mundur, karakter L3 kanan maka MR-1 bergerak ke arah kanan, karakter L3 kiri maka MR-1 bergerak ke arah kiri, karakter R3 kanan maka MR-1 berputar searah jarum jam atau putar kanan, karakter R3 kiri maka MR-1 akan berputar berlawanan arah jarum jam atau putar kiri, karakter R1 maka MR-1

akan bergerak serong kanan, karakter L1 maka MR-1 serong kiri, karakter R2 maka lengan MR-1 akan maju, karakter L2 maka lengan capit MR-1 akan mencapit, dan ketika karakter O diberikan maka lengan pelontar MR-1 akan melontarkan.

MR-1 juga dilengkapi dengan sistem navigasi GPS yang berfungsi untuk membaca titik kordinat dari MR-1 serta dapat melihat arah pergerakan dari MR-1 beroperasi.



Gbr. 4. Diagram alir Sistem Kontrol

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Pengujian Sistem Kontrol

Pada pengujian ini dilakukan dengan cara memberi masukan kepada sistem menggunakan joystick nirkabel yang telah dirangkai. Joystick mempunyai peran penting pada MR-1 karena seluruh kontrol dari MR-1 dioperasikan melalui joystick. Pengujian dilakukan di lokasi terbuka. Pada pengujian ini, dilihat respon yang diterima oleh MR-1 dan mendata keluaran atau output yang dihasilkan dari pengujian ini. Hasil pengujian Sistem Kontrol MR-1 dapat dilihat pada tabel 1. Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa perangkat joystick nirkabel dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan perintah

yang diberikan. Semua inputan berupa tombol pada joystick mendapatkan respons yang baik, dapat dilihat dari komponen yang aktif dan sesuai dengan sistem kerjanya. Joystick nirkabel memudahkan operator dalam mengoperasikan MR-1, sehingga operator tidak perlu mengikuti pergerakan MR-1 seperti halnya apabila menggunakan joystick kabel yang terbatas jarak sehingga harus mengikuti kemana gerak dari robot tersebut.

TABEL 1  
HASIL PENGUJIAN SISTEM KONTROL

Tombol	Respon	Keterangan Robot
L3 Atas	Baik	Bergerak Ke depan
L3 Bawah	Baik	Bergerak Ke Belakang
L3 kanan	Baik	Bergerak Ke Kanan
L3 Kiri	Baik	Bergerak Ke Kiri
R3 Kanan	Baik	Berputar ke Kanan
R3 Kiri	Baik	Berputar ke Kiri
L1	Baik	Bergerak Serong Kiri
R1	Baik	Bergerak Serong Kanan
L2	Baik	Lengan 1 Mencapit
R2	Baik	Lengan 2 Maju
Lingkaran	Baik	Lengan 3 Melontar

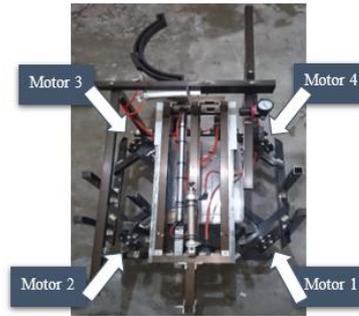
B. Pengujian Sistem MR-1 pada putaran roda omni

Tabel 2 merupakan hasil pengujian sistem MR-1 pada putaran roda omni. Pengujian ini dilakukan untuk melihat hasil putaran motor yang aktif. Putaran motor yang aktif dari hasil input yang dilakukan dengan menggunakan Joystick akan mempengaruhi arah pergerakan MR-1.

TABEL 2  
HASIL PENGUJIAN SISTEM PADA RODA OMNI

Tombol	Putaran Motor dan roda Omni
L3 Atas	1, 4 Reverse, 2, 3 Forward
L3 Bawah	1, 4 Forward, 2, 3 Reverse
L3 kanan	1, 2 Reverse, 3, 4 Forward
L3 Kiri	1, 2 Forward, 3, 4 Reverse
R3 Kanan	1, 2, 3, dan 4 Forward
R3 Kiri	1, 2, 3, dan 4 Reverse
L1	2 Forward dan 4 Reverse
R1	1 Forward dan 3 Reverse

Bentuk Base MR-1 yang dirancang ialah berbentuk persegi 8 dengan penempatan posisi Roda Omni diletakkan di setiap sudut 45° dari titik pusat MR-1, sehingga membentuk posisi roda seperti bentuk X seperti yang ditunjukkan Gbr. 5.



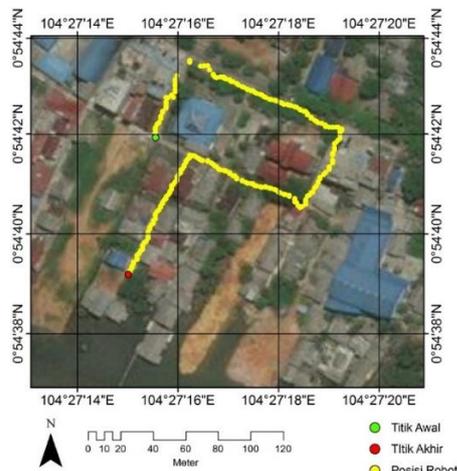
Gbr. 5. Posisi roda dan bentuk MR-1.

Hasil dari pengujian yang didapatkan bahwa arah pergerakan MR-1 dipengaruhi dari putaran roda omni. Penggunaan roda omni pada bidang robotika sangat dianjurkan. Penggunaan roda omni membuat manuver MR-1 lebih efisien dikarenakan roda omni memiliki kelebihan yaitu memiliki arah pergerakan dan membuat MR-1 yang menggunakan roda omni bisa bermanuver ke segala arah / 360°. Teknologi pada roda omni ini adalah roda yang berupa omni directional poly roller wheel. Di mana roda omni mampu melakukan gerakan yang kompleks untuk mencapai posisi tertentu. Sistem ini menghasilkan pergerakan MR-1 yang memiliki 2 derajat kebebasan karena dapat bergerak pada sumbu x ataupun y secara bebas.

C. Pengujian Sistem Navigasi penentuan posisi MR-1

Pengujian titik koordinat robot dilakukan agar dapat melihat serta menentukan titik koordinat dari robot dan dapat menentukan pola pergerakan MR-1. Pengujian ini dilakukan di tempat terbuka dan mempunyai ukuran yang luas, dikarenakan pengujian ini menggunakan modul GPS NEO 6M sebagai inputan sensor untuk membaca dan modul SD Card sebagai perekam pembacaan dari modul GPS NEO 6M. Data koordinat yang didapatkan dijadikan pedoman untuk membuat pola pergerakan dari MR-1.

Gbr. 6 merupakan hasil pengujian data titik koordinat berupa data Lintang dan data bujur posisi MR-1. Perekaman data diambil setiap detik dimulai saat MR-1 beroperasi atau bergerak sampai MR-1 berhenti beroperasi. Data titik koordinat yang didapat oleh GPS ini dijadikan sebagai acuan untuk melihat posisi dan pola pergerakan pada MR-1.



Gambar 13. Posisi dan Pola pergerakan MR-1.

Pola pergerakan MR-1 diasumsikan dengan garis berwarna kuning. Pola pergerakan MR-1 terdapat beberapa titik koordinat yang tidak ada atau terputus, hal ini dikarenakan modul GPS NEO 6M tidak menerima data koordinat dari satelit.

Data yang tidak terekam oleh modul GPS NEO 6M bisa disebabkan karena terhalangnya modul GPS NEO 6M saat menerima koordinat dari satelit. Terhalangnya koordinat yang diterima oleh GPS bisa disebabkan adanya pohon, atap rumah dan bangunan.

## V. KESIMPULAN

### A. Kesimpulan

Sistem kendali navigasi robot manual dapat mengendalikan pergerakan robot manual serta menentukan posisi dan pola pergerakan robot menggunakan modul GPS NEO 6M. Perangkat komunikasi pada joystick nirkabel dapat mengirimkan data dari perangkat pengirim ke perangkat penerima untuk mengendalikan robot. Selain itu, robot dapat bermanuver ke segala arah ( $360^\circ$ ) menggunakan roda omni.

## REFERENSI

- [1] E. H. Tias, 2017. *Penggunaan Joystick Wireless PS2 pada Sistem Navigasi Robot Vacuum Cleaner Kendali Manual*. Tugas Akhir. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [2] Zaenurrohman dan U. Sutisna, 2014. *Perancangan Sistem Kontrol Wireless pada Mobile Robot Manipulator Berbasis Mikrokontroler ATmega8*. JNTETI, Vol. 3, No. 1, Hal. 69-75.
- [3] M. Y. Mustar dan Y. Ardianto, 2018. *Perancangan Kendali Navigasi Robot Tank secara Nirkabel Berbasis Sensor Accelerometer berdasarkan Gerakan Tangan*. Jurnal SIMETRIS, Vol. 9, No. 1, Hal. 87-98.
- [4] R. Dikairono, T. A. Sardjono, dan L. Yulianto, 2013. *Sistem Navigasi dan Penghindar Rintangan pada Mobile Robot menggunakan GPS dan Pengukur Jarak Ultrasonik*. JAVA Journal of Electrical and Electronics Engineering, Vol. 11, No. 1, Hal. 1-6.
- [5] Nordic Semiconductor ASA., 2006. *Single Chip 2.4 GHz Transceiver*. [Online] Available at: [http://data.mecheng.adelaide.edu.au/robotics/WWW\\_Devs/Dragon12/rfmc9S12Target/nRF24L01\\_prelim\\_prod\\_spec\\_1\\_2.pdf](http://data.mecheng.adelaide.edu.au/robotics/WWW_Devs/Dragon12/rfmc9S12Target/nRF24L01_prelim_prod_spec_1_2.pdf) [Di akses 26 Oktober 2016].
- [6] A. N. Adi, 2009. *Antarmuka Joystick Play Station Dengan Mikrokontroler AVR menggunakan CVAVR*. [Online]. Available: <http://nugroho.staff.uui.ac.id/files/2009/01/psx.pdf>.
- [7] L. Huang, Y.S. Lim, D. Lee, dan C.E. Teoh, "Design and Analysis of a Four-wheel Omnidirectional Mobile Robot," 2nd International Conference on Autonomous Robots and Agents, 2004, hal. 425-428.