PERANCANGAN SISTEM KENDALI GERAK PADA *PLATFORM* ROBOT PENGANGKUT

Ripki Hamdi[1], Taufiq Nuzwir Nizar[2]

[1,2] Jurusan Teknik Komputer Unikom, Bandung
[1]qie.hamdi@gmail.com, [2]taufiq.nizar@gmail.com

ABSTRAK

Keterbatasan fisik setiap individu dalam mengangkut suatu beban yang beratnya melebihi batas kekuatan angkat manusia normal menjadi kendala ketika pekerjaan yang dilakukan berhubungan dengan kegiatan mengangkut barang. Sebagai contoh didunia industri, proses pengangkutan barang harus dilakukan dengan hati-hati dan mengikuti prosedur yang telah ditetapkan, kesalahan sedikit saja akan berakibat fatal terhadap keselamatan pekerja.

Platform robot pengangkut merupakan salah satu alternatif yang dapat memberikan solusi atas permasalahan yang timbul dalam proses mengangkut barang. Platform robot pengangkut ini dirancang dengan tetap dikontrol oleh operator menggunakan joystick agar dengan mudah bergerak kemana saja. Supaya platform robot kuat mengangkut beban yang berat, digunakan motor Brushless sebagai penggerak utamanya. Kelebihan motor Brushless dibanding dengan jenis motor yang lainnya adalah motor Brushless memiliki torsi yang lebih besar.

Kata Kunci: Pengangkut Barang, Platform Robot, Motor Brushless

1. PENDAHULUAN

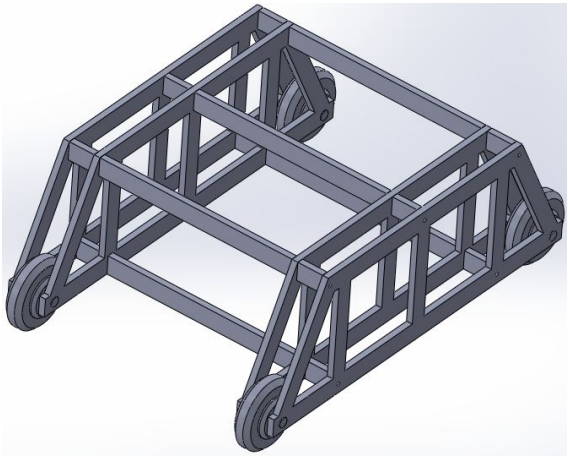
Dirasa perlu untuk membangun sebuah sistem robot yang dapat bergerak dan mampu mengangkat beban setidaknya 100 kg yang dapat digunakan untuk keperluan mengangkut barang, *frame* base robot penyampai informasi dan sebagainya. Karena ukuran *platform* robot yang besar, tentu harus dihitung kebutuhan baterai yang akan digunakan dengan kemampuan gerak robot itu sendiri. Kemudian perhitungan dan motor juga harus benar teruji agar dapat bergerak dengan baik. *Platform* robot ini juga dapat bergerak didalam maupun diluar ruangan yang dikendalikan dengan menggunakan tuas kendali (*joystick*).

2. PERANCANGAN

Perancangan yang dilakukan terdiri dari perancangan mekanik, perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

Perancangan Mekanik

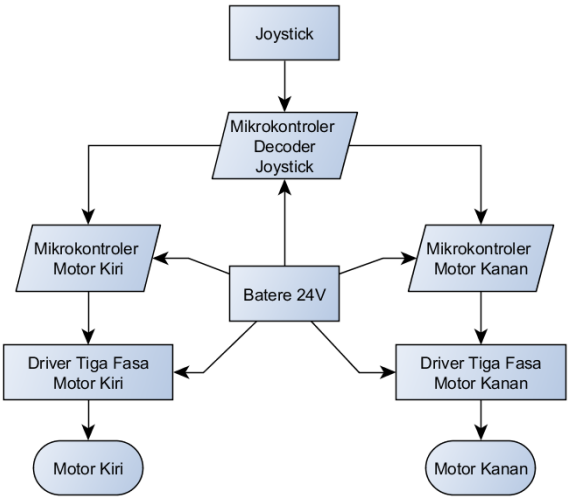
Pada gambar 1 adalah *frame platform* robot yang memiliki ukuran panjang 135 cm, lebar 80 cm dan tinggi 28 cm. Dibagian depan *frame*, menggunakan satu pasang roda *omni wheels* yang diletakan disebelah kiri dan kanan depan *frame*, yang tujuannya adalah untuk memudahkan *platform* robot dalam bergerak dan berbelok kesegala arah. Masing-masing roda *omni wheels* tersebut dapat menahan beban berat 100 Kg. Kemudian dibagian belakang kanan dan kiri *frame* menggunakan dua buah motor *Brushless* dc yang berfungsi sebagai penggerak.



Gambar 1. Rancangan *Frame Platform Robot*

Perancangan Perangkat Keras

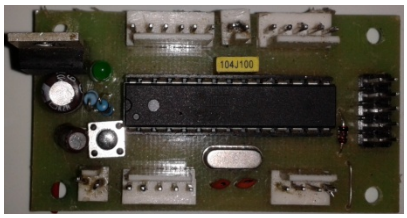
Sistem yang akan dirancang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Mikrokontroler dari keseluruhan sistem pada tugas akhir ini menggunakan mikrokontroler ATmega8. Kelebihan dari ATmega8 sehingga digunakan sebagai kontrol utama adalah sebagai berikut:

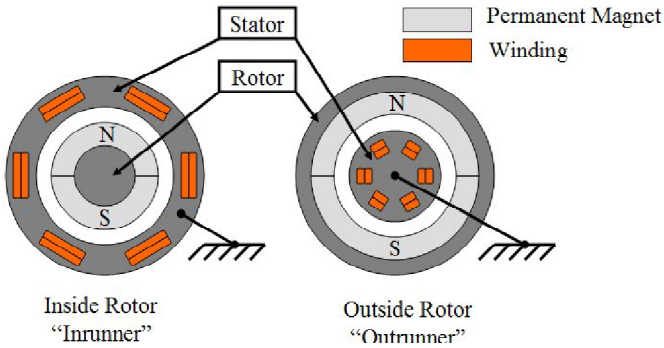
- Memiliki ADC dan PWM (*Pulse With Modulation*) internal.
- Memori program dapat diprogram berulang-ulang dalam sistem dengan menggunakan hubungan serial SPI.
- Mempunyai performa yang tinggi (berkecepatan akses maksimum 16MHz) dan hemat daya.
- Memori untuk program flash cukup besar yaitu 8K Byte.
- EEPROM sebesar 512 byte yang dapat deprogram saat operasi
- Port komunikasi SPI
- Komunikasi serial standar USART
- Tersedia 3 chanel timer/counter (2 buah untuk timer 8 bits dan 1 buah untuk 16 bits)



Gambar 3. Mikrokontroler ATmega8

***Brushless* DC Motor (BLDC)**

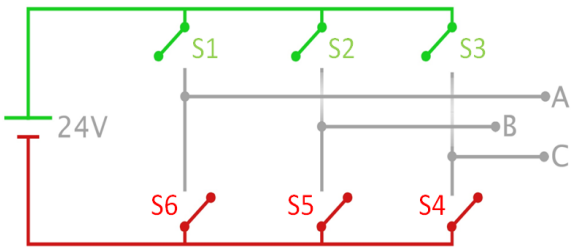
Brushless DC Motors atau dapat juga disebut dengan BLDC adalah sebuah motor sinkron 3 fasa. *Brushless* DC motor ini dapat berputar dengan memberikan sinyal 3 fasa yang mengakibatkan timbulnya medan magnet permanen. *Brushless* DC motor terdiri dari dua bagian, yaitu rotor dan *stator*. Rotor adalah bagian yang bergerak, yang bahannya terbuat dari magnet permanen, dan *stator* merupakan bagian yang diam, yang terdiri dari kumparan.



Gambar 4. Struktur *Brushless* DC Motor

Brushless DC motor tidak termasuk motor AC karena tetap menggunakan sumber DC sebagai sumber energi utama yang kemudian diubah menjadi tegangan AC dengan menggunakan driver 3 fasa, tujuannya adalah menciptakan medan magnet putar *stator* untuk menarik megnet *rotor*.

***Driver* Tiga Fasa**



Gambar 5. Skema Umum *Driver* 3 fasa

Brushless DC motor membutuhkan 6 *step* secara kontinyu untuk berputar yang diberikan oleh *driver* tiga fasa. *Driver* tiga fasa ini terdiri dari 6 buah saklar yang difungsikan sebagai saklar yang akan memberikan tegangan positif (sinyal *high*) dan tegangan 0V (sinyal *low*) secara bergantian. Saklar S1, S2, dan S3 akan memberikan sinyal *high* saat aktif untuk masing-masing keluaran fasa (A, B, dan C),

sedangkan S4, S5, dan S6 akan memberikan sinyal *low* saat aktif untuk masing-masing keluaran.
Untuk pengendalian motor *Brushless* ini menggunakan metode *six-step*, yaitu suatu metode untuk menciptakan gelombang *square* yang menyerupai gelombang sinusoidal dengan menggunakan 6 *step* posisi saklar untuk motor *Brushless*. Metode *six-step* tersebut menggunakan urutan pengaturan saklar seperti pada tabel 1.1 untuk bergerak secara *clockwise* dan tabel 1.2 untuk bergerak secara counter *clockwise*.

Tabel 1.1 Pengaturan urutan saklar untuk *clockwise* motor *Brushless*

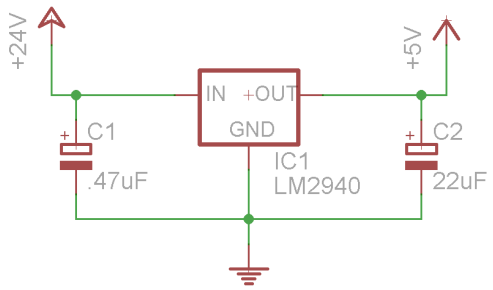
Step	**Saklar aktif**		**A**	**B**	**C**
	1 (*High*)	**0 (*Low*)**			
1	S1	S5	Hi	Lo	Hi-Z
2	S1	S4	Hi	Hi-Z	Lo
3	S2	S4	Hi-Z	Hi	Lo
4	S2	S6	Lo	Hi	Hi-Z
5	S3	S6	Lo	Hi-Z	Hi
6	S3	S5	Hi-Z	Lo	Hi

Tabel 1.2 Pengaturan urutan saklar untuk *counter clockwise* motor *Brushless*

Step	**Saklar aktif**		**A**	**B**	**C**
	1 (*High*)	**0 (*Low*)**			
6	S1	S5	Hi-Z	Lo	Hi
5	S1	S6	Lo	Hi-Z	Hi
4	S2	S6	Lo	Hi	Hi-Z
3	S2	S4	Hi-Z	Hi	Lo
2	S3	S4	Hi	Hi-Z	Lo
1	S3	S5	Hi	Lo	Hi-Z

Sedangkan untuk pengaturan kecepatan motor *Brushless* diatur dari *timing* perubahan fasa tiap per-*step*.

Penggunaan Listrik pada komponen-komponen yang digunakan pada *platform* robot pengangkut ini menggunakan dua buah batere aki mobil sebagai sumber arus dan tegangan DC, yang masing-masing batere memiliki spesifikasi tegangan 12 Volt 100 AH. Rangkaian mikrokontroler membutuhkan tegangan dari 4,5 V sampai 5,5 V DC dengan arus berkisar 20 mA. Kebutuhan tegangan dan arus listrik tersebut disuplai oleh batere yang sebelumnya telah diturunkan dan distabilkan oleh rangkaian regulator, yaitu rangkaian untuk meregulasi tegangan sebesar 5 V.



Gambar 6. Rangkaian Regulasi 5 V

Kebutuhan arus dan tegangan listrik juga yang besar pada motor dipenuhi oleh batere yang dialirkan melalui *driver* motor. Besarnya arus listrik yang mengalir pada rangkaian *driver* motor dapat dihitung dari besarnya arus listrik maksimal yang dibutuhkan motor pada pembebanan maksimum. Dalam pembahasan sebelumnya, spesifikasi motor *Brushless* memiliki tegangan kerja 24 V dan daya sebesar 200 *Watt*, sehingga besarnya arus listrik yang mengalir pada *driver* motor (I) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$I = \frac{P}{V} \qquad \text{(II.1)}$$

$$I = \frac{200\ Watt}{24\ V} = 8{,}3\ A$$

Untuk mengecas batere yang level tegangannya mengalami penurunan, digunakan batere charger 24V 10A untuk mengisi kembali ke level tegangan maksimum. Lama pengecasan batere bisa dihitung dengan menggunakan persamaan:

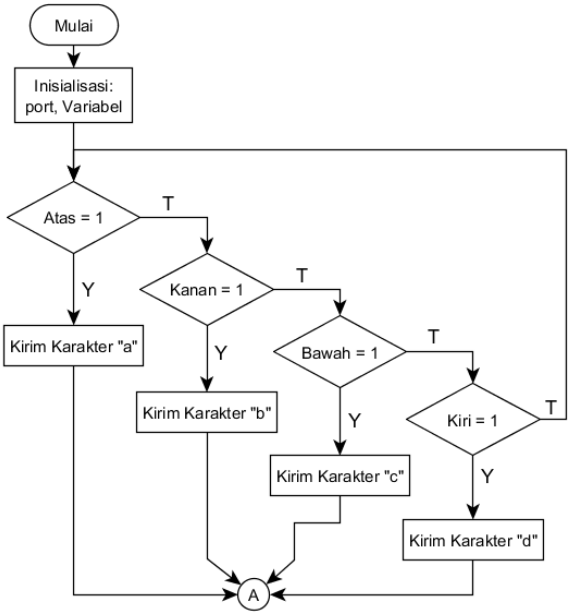
$$Lama\ Charger = \frac{Ampere\ Hour\ (AH)}{Arus\ Charger} \qquad \text{(II.2)}$$

$$Lama\ Charger = \frac{100\ AH}{10\ A} = 10\ Jam$$

Perancangan Perangkat Lunak
Perancangan perangkat lunak sistem yang dirancang terdiri dari Program pada mikrokontroler kendali dan program pada mikrokontroler motor kanan dan motor kiri.

Diagram Alir Program Mikrokontroler Kendali
Mikrokontroler *decoder joystick* merupakan mikrokontroler yang memiliki tugas untuk

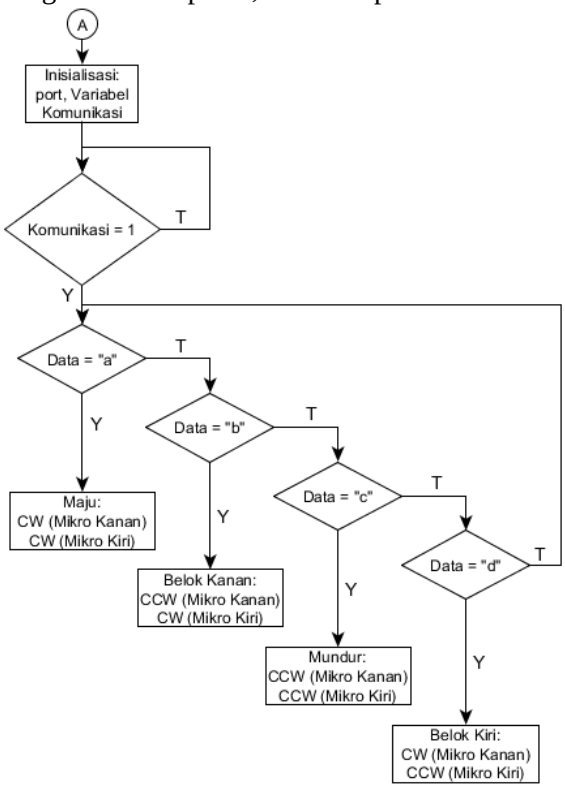
mengendalikan alat gerak dan *navigasi Platform* robot, seluruh perintah dari *joystick* akan diterjemahkan oleh mikrokontoler kendali. Proses-proses yang terjadi pada mikrokontroler kendali yang pertama diawali dengan mikrokontroler menunggu masukan dari *joystick* berupa karakter-karakter. Apabila mikrokontroler kendali menerima masukan dari *joystick* yaitu tombol atas untuk karakter “a”, tombol kanan untuk karakter “b”, tombol bawah untuk karakter “c”, dan tombol kiri untuk karakter “d”, selanjutnya karakter-karakter tersebut akan dikirim ke mikrokontroler motor kanan dan mikrokontroler motor kiri.



Gambar 7. Diagram alir program kendali *joystick*

Diagram Alir Program Mikrokontroler Motor Kanan dan Motor Kiri

Setelah mikrokontroler kendali memproses masukan dari *joystick*, kemudian mikrokontroler kendali akan mengirimkan karakter-karakter tertentu pada mikrokontroler motor kanan dan mikrokontroler motor kiri. Jika pin rx pada mikrokontroler kanan dan kiri mendeteksi adanya data yang masuk, maka komunikasi = 1 dan jika tidak ada data maka komunikasi = 0. Selanjutnya jika data = “a” akan mengeksekusi perintah maju berupa prosedur CW untuk mikrokontroler motor kanan dan kiri, jika data = “b” akan mengeksekusi perintah belok kanan berupa prosuder CCW untuk mikrokontroler motor kanan dan CW untuk mikrokontroler kiri, jika data = “c” akan mengeksekusi perintah mundur berupa prosuder CCW untuk mikrokontroler motor kanan dan kiri, kemudian jika data = “d” akan mengeksekusi perintah belok kiri berupa prosedur CW untuk mikrokontroler motor kanan dan CCW untuk mikrokontroler motor kiri. Masing-masing dari mikrokontroler motor kanan dan motor kiri memiliki fungsi yang sama yaitu untuk mengontrol kecepatan, dan arah putaran motor.



Gambar 8. Diagram Alir Program Mikrokontroler Motor Kanan dan Motor Kiri

3. HASIL PENGUJIAN

Pengujian Algoritma Kendali dan Navigasi

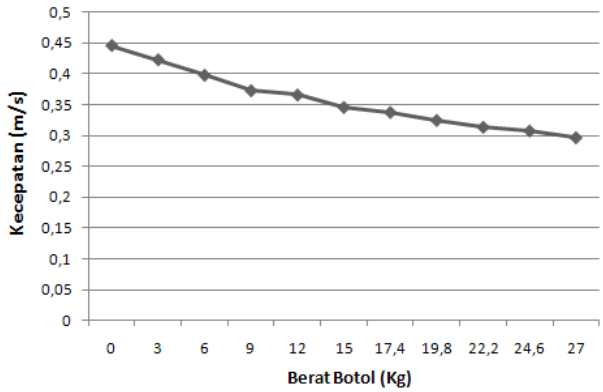
Pengujian algoritma kendali dilakukan untuk mengetahui kehandalan sistem kendali untuk mengendalikan semua sistem navigasi berupa kecepatan, rem, dan arah putaran motor pada *platform* robot.

Pengujian dilakukan dengan mengirimkan perintah menggunakan tuas kendali (*joystick*), kemudian dilihat apakah perintah yang dikirimkan sesuai dengan aksi yang dilakukan oleh *platform* robot.

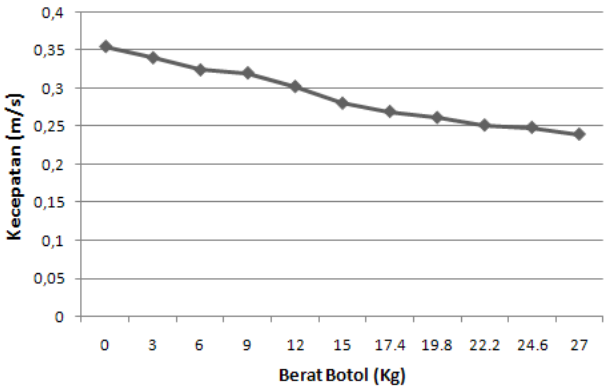
Pergerakan	Percobaan	Keterangan
Maju	1	Berhasil
	2	Berhasil
	3	Berhasil
	4	Berhasil
	5	Berhasil
	6	Berhasil
	7	Berhasil
	8	Berhasil
	9	Berhasil
	10	Berhasil
Mundur	1	Berhasil
	2	Berhasil
	3	Berhasil
	4	Berhasil
	5	Berhasil
	6	Berhasil
	7	Berhasil
	8	Berhasil
	9	Berhasil
	10	Berhasil
Belok Kanan	1	Berhasil
	2	Berhasil
	3	Berhasil
	4	Berhasil
	5	Berhasil
	6	Berhasil
	7	Berhasil
	8	Berhasil
	9	Berhasil
	10	Berhasil
Belok Kiri	1	Berhasil
	2	Berhasil
	3	Berhasil
	4	Berhasil
	5	Berhasil
	6	Berhasil
	7	Berhasil
	8	Berhasil
	9	Berhasil
	10	Berhasil

Pengujian Kecepatan Terhadap Beban yang Diangkut

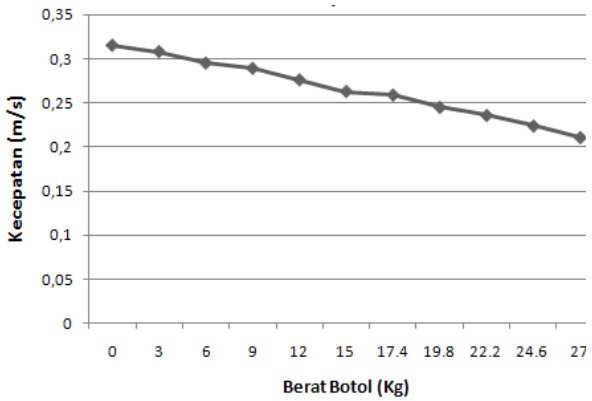
Pengujian kecepatan dilakukan untuk mengetahui kecepatan platform robot pengangkut terhadap beban berat yang dibawa. Pengujian dilakukan dari kondisi kulkas kosong sampai kulkas terisi penuh oleh botol. Didalam kulkas terdapat 10 buah rak tempat botol disimpan, diantaranya 5 buah rak berada diatas untuk botol 300 ml, yang jumlah per raknya dapat dimasukan 8 buah botol 300 ml. Sedangkan 5 buah rak lagi berada dibawah yang digunakan untuk botol 500 ml, yang dapat dimasukan 6 buah botol 500 ml. Langkah pengisian botolnya adalah dengan melakukan pengisian botol per rak dari rak pertama sampai rak yang kesepuluh. Misalkan percobaan pertama mengisi penuh rak pertama dengan botol 500 ml dan dilakukan pengujian dengan mengukur waktu yang ditempuh dalam dua meter, kemudian dihitung kecepatannya, dan seterusnya sampai percobaan terakhir pada rak yang kesepuluh.



Gambar 9. Pengujian kecepatan saat kondisi baterai 24,8V-24,4V



Gambar 10. Pengujian kecepatan saat kondisi baterai 24,4V-24V



Gambar 11. Pengujian kecepatan saat kondisi baterai 24,4V-24V

Berdasarkan hasil pengujian pada gambar IV.1 sampai IV.3 diketahui bahwa kecepatan putaran motor *platform* robot akan semakin menurun ketika *level* tegangan mulai berkurang dan beban yang diangkut semakin bertambah. Dimana pada saat kondisi tegangan baterai 24,8V-24,4V kecepatan motor adalah 0.446 m/s untuk jarak 2 meter tanpa membawa beban botol, sedangkan pada saat kondisi tegangan 24,4V-24V dan 24V-23,6V masing-masing kecepatannya adalah 355 m/s dan 315 m/s. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar IV.1, gambar IV.2, dan gambar IV.3.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis dari sistem yang telah dirancang, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan, diantaranya:

1. Platform robot pengangkut ini dapat bergerak di dalam maupun di luar ruangan dengan dioperasikan oleh operator ke berbagai arah dengan menggunakan joystick.
2. Platform robot pengangkut ini sudah dapat mengangkut barang-barang dengan berat beban lebih dari 100 Kg.

Saran

Hasil penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam proses perancangan untuk menghasilkan *Platform* robot pengangkut yang handal. Berikut beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk melanjutkan penelitian *Platform* robot pengangkut berikutnya:

1. Saat ini *Platform* robot masih dikendalikan dengan *joystick* yang menggunakan kabel, sehingga khawatir bila kabelnya tersangkut. Maka untuk penelitian berikutnya perlu dibuat *joystick* yang berbasis gelombang radio atau *wireless* agar lebih mudah untuk dioperasikan.
2. Perlu dikembangkan dalam hal pengontrolan kendali putaran motor *brushless*, dimana saat ini masih menggunakan metode *six-step*, sehingga ketika berat beban yang diangkut semakin bertambah, maka akan mempengaruhi terhadap kecepatan putaran motor, untuk itu kedepannya perlu ditambahkan kontrol PID (*Proportional Integral Derivative*) agar putaran motor tetap stabil.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Antono, Djodi. “Motor DC *Brushless* Tiga Fasa-Satu Kutub .” (2012): 1-6.

[2] Dharmawan, Abe. “Pengendalian Motor BLDC dengan PWM Sinusoidal Menggunakan ATmega 16.” Skripsi (2009): 1-46.

[3] Iswanto. Belajar Sendiri Mikrokontroler AT90S2313 dengan BASIC Compiler. Yogyakarta: ANDI, 2008.

[4] Rachman, Anwar Shiddiq Abdul. “Rancang Bangun Prototipe Sistem Aktuator Kendali Sirip Menggunakan *Brushless* DC Motor.” Skripsi (2012): 1-98.

[5] Iswanto. Design dan Implementasi Sistem Embedded Mikrokontroller ATMega8535 dengan Bahasa Basic. Yogyakarta: Gava Media, 2008.