

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dalam melakukan eksplorasi lokasi pascabencana alam, sumber daya manusia akan sulit dilakukan karena areanya yang sempit dan juga berbahaya. Dalam hal tersebut, penggunaan robot terutama *Mobile Robot* akan menjadi hal yang menguntungkan untuk menghindari korban tambahan karena proses evakuasi. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka dikembangkan robot berkaki 6, Hectarus, yang dirancang untuk dapat melewati bidang permukaan pascabencana alam seperti jalan pecah, tangga, jalan berpuing yang diilustrasikan dengan batu koral dan jalan berlumpur yang diilustrasikan dengan kelereng. Dalam robot berkaki, terdapat beberapa jenis *gait* atau pola pergerakan kaki untuk dapat membuat robot berjalan dan beroperasi. Pada robot Hectarus, terdapat 3 jenis *gait* yaitu *Wave*, *Tetrapod* dan *Tripod*, yang diuji untuk melihat keberhasilan dan kecepatan melewati rintangan dan mencapai titik *finish*.

Berdasarkan hasil pengujian, robot Hectarus yang dikembangkan berhasil mencapai titik akhir atau *finish* dengan tingkat keberhasilan 90% dengan tipe *gait* gabungan antara *Tripod* dan *Strafe* (untuk pergerakan menyamping) dengan lama waktu penyelesaian keseluruhan arena selama $564,94 \pm 54,92$ detik dengan tingkat presisi sebesar 90,28%.

Dalam pengujian masing-masing *gait* pada masing-masing bagian arena, didapatkan bahwa *Wave gait* merupakan pola pergerakan kaki yang paling lambat dan tidak cocok digunakan untuk aplikasi permukaan yang tidak rata karena memiliki tingkat keberhasilan yang paling rendah. Pergerakannya yang lambat membuatnya mudah untuk terjebak dalam rintangan yang ada terutama pada jalan pecah. *Tetrapod gait* memiliki tingkat keberhasilan dan kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan *Wave gait* namun kecepatan yang lebih rendah dari *Tripod gait* karena karakteristiknya yang menggunakan 2 kaki untuk melangkah sehingga lebih cepat dari pada *Wave gait*, berbeda dengan *Tripod gait* yang menggunakan 3 sekaligus.

5.2 Saran

Dalam pengembangan robot Hectarus, terdapat saran-saran perbaikan sistem dan penambahan fitur untuk mendapatkan nilai atau hasil yang lebih baik.

1. Mengganti lidah servo (*servo arm*) menjadi berbahan metal karena terdapat kasus gir pada *servo arm* plastik yang digunakan terkikis karena digunakan untuk menahan beban badan dan pergerakan secara terus menerus. Untuk ketahanan yang lebih lama, dapat mengganti *servo arm* dari plastik menjadi berbahan metal.
2. Untuk proses operasi yang lebih lama, kapasitas baterai yang digunakan dapat diubah dengan nilai kapasitas mAh yang lebih tinggi. Perubahan kapasitas baterai tersebut harus tetap memperhatikan dimensi baterai sehingga cocok dan dapat digunakan oleh robot Hectarus.
3. Penambahan sensor *mapping* seperti LiDar untuk dapat beroperasi dan bernavigasi secara mandiri. Pengembangan robot Hectarus yang masih dibuat dengan dasar *hardcode* (menggunakan mode pergerakan) membuat robot akan sangat bergantung pada lokasi dan bentuk arena atau lokasinya. Dengan penggunaan sensor *mapping* tersebut diharapkan bahwa terdapat algoritma tambahan untuk berpindah mode sesuai dengan lokasinya saat ini.
4. Peletakkan sensor ultrasonik HC-SR04 pada robot Hectarus dapat didesain untuk memiliki sudut 90 derajat terhadap *casingnya*. Robot Hectarus yang dikembangkan menggunakan HC-SR04 yang sudut pendeteksiannya dimiringkan sebesar ± 23 derajat untuk mendeteksi halangan di sekitar kiri dan kanan robot Hectarus. Namun penggunaan sensor dengan sudut kemiringan tersebut membuat hasil pendeteksian jarak oleh sensor menjadi tidak akurat dan tidak konsisten. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dengan meletakkan sensor tepat diantara kaki-kaki robot sehingga hasil pendeteksian menjadi lebih akurat dan dapat mencapai pada halangan yang memiliki ketinggian yang rendah. Solusi lain yang dapat diterapkan adalah perubahan desain pada *base* bagian atas robot Hectarus untuk di desain

melebar sehingga penyesuaian peletakkan sensor ultrasonik pada bagian samping dapat dilakukan sama seperti sensor ultrasonik pada bagian depan.

5. Untuk pembacaan IMU khususnya nilai *yaw* yang lebih akurat, sensor *magnetometer* yang terdapat pada sensor BMX160 dapat digunakan dalam sensor fusion khususnya pada Madgwick filter yang digunakan.
6. Suspensi pegas yang digunakan pada *end-effector* kaki robot dapat dengan menggunakan bahan PETG atau yang material yang lebih elastis namun dengan ketahanan yang lebih baik seperti filament Nylon atau TPU (*Thermoplastic Polyurethane*). Bahan yang memiliki elastisitas yang tinggi akan memberikan peredaman yang lebih tinggi sehingga getaran robot yang ada pada robot dapat diminimalisasi.
7. Femur pada robot Hectarus dilakukan desain ulang atau dilakukan perangkaian ulang dengan yang sudah ada sehingga bentuk dari femur menjadi melengkung ke bawah. Perangkaian femur dengan melengkung ke atas akan membuat ketahanan pada femur menjadi lebih rendah karena bentuknya yang menyerupai arah *tensile* dan *compressive strength*. Bentuknya yang menyerupai tersebut akan memicu femur menjadi patah terutama pada bagian tengah femur.
8. Penambahan algoritma *exception* atau *interrupt* pada sistem robot Hectarus untuk mendeteksi kondisi robot yang *stuck* atau tersangkut pada salah satu rintangan. Penambahan algoritma ini dilakukan dengan menghitung jumlah *loop* pelangkahan kaki yang dilakukan oleh robot pada arena bagian tertentu. Jika robot sudah melebihi batas *loop* tersebut, dilakukan perhitungan *countdown* atau *timeout*. Ketika robot masih belum berubah *state* atau mode, sehingga *timeout* tersebut tercapai, maka robot berhenti beroperasi sebagai penanda bahwa robot mengalami *stuck*. Perhitungan *loop* dan *timeout* tersebut dihitung kembali ketika robot berubah mode atau berpindah arena bagian.