

LAPORAN PENELITIAN
HIBAH UNIVERSITAS TRILOGI



Simulasi UAV Swarms untuk Optimalisasi Operasi Pencarian dan Penyelamatan
Menggunakan Artificial Bee Colony

TIM PENGUSUL

Ketut Bayu Yogha Bintoro (Ketua) NIDN: 0814058601
Silvester Dian Handy Permana (Anggota) NIDN: 0326119001

UNIVERSITAS TRILOGI

Maret 2019

LEMBAR PENGESAHAN

RINGKASAN

Operasi *Search and Rescue* (SAR) pada umumnya selalu berpacu dengan waktu yang terbatas dengan kondisi alam dan cuaca yang dinamis seperti kasus hilangnya pesawat Sukhoi Super Jet-100 di gunung salak pada saat *promotion flight* tahun 2012 yang lalu. Wahana penginderaan jarak jauh berbasis *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* / *drone* berpenggerak empat (4) rotor yang dapat membantu tim pencari darat memvisualisasi atau mendeteksi lokasi kecelakaan yang terutama berada di wilayah pegunungan atau perbukitan. Akan tetapi luasnya wilayah pencarian dapat menjadi penghalang dalam pencarian jalur optimal menemukan lokasi kecelakaan, untuk itu diperlukan pendekatan cerdas dalam mengoptimalkan jalur pencarian UAV tersebut. Penelitian ini mengusulkan simulasi UAV *Swarms* untuk optimalisasi operasi pencarian dan penyelamatan menggunakan Artificial Bee Colony (ABC). Dengan ABC diharapkan proses pencarian pada wilayah yang luas menjadi lebih optimal dibandingkan dengan pencarian acak yang membutuhkan banyak waktu dan meningkatkan resiko kecelakaan tim penyelamat selama operasi pencarian.

Kata Kunci : *Search and Rescue, UAV swarms, Artificial Bee Colony*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Operasi *Search and Rescue* (SAR) pada umumnya selalu berpacu dengan waktu yang terbatas dengan kondisi alam dan cuaca yang dinamis (Merino. L, 2010). Kondisi tersebut dapat menjadi hambatan dalam operasi penyelamatan yang dilakukan sehingga secara tidak langsung dapat berpengaruh pada tingkat keberhasilan penyelamatan. Sebagai contoh, kasus hilangnya pesawat Sukhoi Super Jet-100 di gunung salak pada saat *promotion flight* tahun 2012 yang lalu. Petugas SAR berjuang untuk menemukan lokasi jatuhnya pesawat tersebut untuk kemudian melakukan tindakan evakuasi korban. Untuk mendeteksi lokasi jatuhnya pesawat tersebut petugas mengalami kesulitan karena harus melalui jalan darat dengan kontur yang sulit dan kondisi cuaca yang buruk.

Kontur pegunungan yang curam dan cuaca menyebabkan kemampuan visibilitas dan daya jelajah petugas menjadi terbatas sehingga berpengaruh pada tenggat waktu penemuan lokasi jatuhnya pesawat. Pada cuaca buruk Helikopter penyelamat terkadang tidak diijinkan terbang karena alasan keselamatan sehingga ujung tombak pencarian berada pada tim SAR darat.

Atas dasar peristiwa tersebut, sangat penting membekali tim SAR darat menggunakan perangkat terbang *portable* yang setiap saat digunakan petugas penyelamat untuk membantu mendeteksi lokasi kecelakaan pada lokasi yang sulit dijangkau ataupun pada cuaca yang buruk. Disamping itu, dengan bantuan alat ini diharapkan dapat meminimalisir resiko kecelakaan pada anggota tim saat menyusuri wilayah yang terjal atau sulit dicapai anggota tim. Gambar 1 merupakan contoh gambar-gambar yang diambil dari *drone*. Kemampuan untuk mengambil gambar kecelakaan pesawat ataupun kebakaran hutan dapat menjadi dasar perencanaan operasi penyelamatan.



Gambar 1. Deteksi melalui udara untuk mendukung proses perencanaan operasi penyelamatan (Lintas.me, diakses 19 Maret 2015).

Untuk mendukung tim SAR darat itulah penulis mengusulkan sistem penginderaan jarak jauh berbasis *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) / drone* berpenggerak empat (4) rotor yang dapat membantu tim pencari darat mengidentifikasi dan mendeteksi lokasi kecelakaan dan dapat juga untuk keperluan perencanaan pengambilan jalur evakuasi, melacak keberadaan *survivor* pada daerah yang sulit dijangkau seperti di patahan, jurang dengan tingkat kemiringan ekstrem yang dapat membahayakan keselamatan anggota tim.

1.2. Perumusan Masalah

Sesuai dengan hubungan yang telah dibatasi maka dibangun rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana membangun simulasi untuk mengoptimalkan proses pencarian dan penyelamatan yang dapat diimplementasikan pada UAV sebagai wahana pendukung operasi.

1.3. Tujuan Penelitian

- a. Membangun simulasi untuk mengoptimalkan proses pencarian dan penyelamatan yang dapat diimplementasikan pada UAV sebagai wahana pendukung operasi.

1.4. Target Luaran

- a. Publikasi Ilmiah pada Jurnal Ber-ISSN

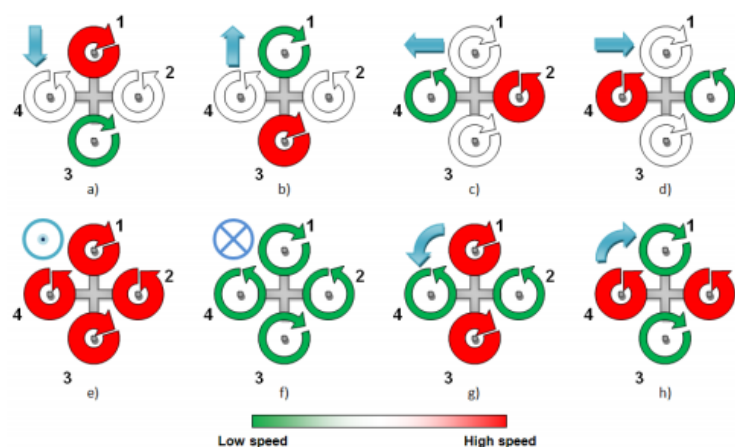
BAB II.

TINJAUAN PUSTAKA

Eminugroho (2010) mengusulkan model *Vehicle Routing Problem* (VRP) dalam kasus manajemen kebersihan. Meningkatnya volume sampah dari waktu ke waktu hingga melebihi batas daya tampung Tempat Pembuangan Sementara (TPS) dapat menimbulkan permasalahan di sekitarnya. Selain itu, belum tersedianya sistem pengangkutan sampah yang optimal dalam pengaturan rute pengangkutan juga menambah permasalahan yang ada. Permasalahan pengaturan rute kendaraan yang melayani beberapa pelanggan dengan lokasi yang berbeda dapat diselesaikan dengan model *Vehicle Routing Problem* (VRP). Akan tetapi model VRP masih belum optimal dalam menghasilkan rute pengangkutan, sehingga perlu adanya proses optimasi dalam menghasilkan rute yang optimal. Salah satu metode optimasi yang dapat digunakan adalah *Artificial Bee Colony* (ABC). Pada penelitian ini telah dilakukan simulasi penerapan *Artificial Bee Colony Optimization* pada model *Capacitated Vehicle Routing Problem Intermediate Facility* (CVRPIF). Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan bahwa *Artificial Bee Colony* mampu menyelesaikan masalah tersebut untuk menemukan jalur yang optimal pada pengangkutan sampah.

Penelitian yang dilakukan Basta (2012) menitik beratkan pada rancang bangun *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) menggunakan menggunakan dua jenis control yaitu control secara manual dan otomatis, Basta (2012) membangun kontrol otomatis hanya pada proses *take-off* dan *landing* secara vertical sedangkan kontrol setelahnya dijalankan secara manual. UAV empat Rotor atau yang dikenal sebagai *drone* cocok digunakan untuk tujuan fotografi dan kepentingan sipil lainnya dengan jarak wilayah terbang yang pendek.

Drone yang dibangun dipersiapkan dengan mekanisme pergerakan yang stabil. Terdapat 8 gerakan dasar (*degree of freedom*) yang dimiliki oleh *drone* yaitu *Lift up*, *lift down*, *forward*, *backward*, *turn right*, *turn left*, *roll right* dan *roll left*. Setiap pergerakan yang dihasilkan merupakan kombinasi pergerakan diantara empat *propeller* untuk menghasilkan arah terbang yang stabil (Basta, 2012). Gambar 2.1 memperlihatkan arah pergerakan yang dihasilkan oleh kombinasi *propeller*.



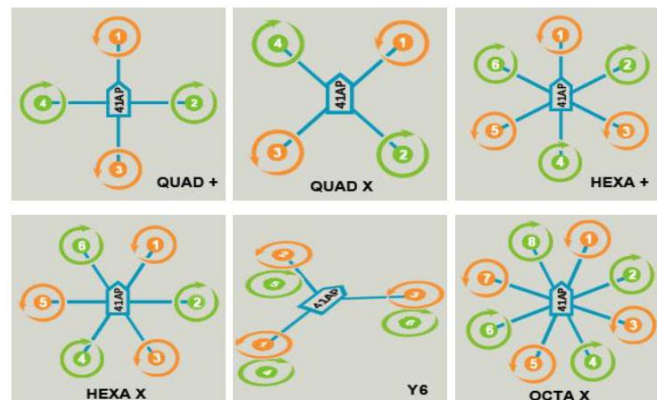
Gambar 2.1 Pergerakan *propeller* pada wahana(Basta,2012).

Qetkeaw (2012) menitik beratkan pada perangkat *transmitter* dan *receiver* yang sesuai dengan kebutuhan terbang wahana. Perangkat *transmitter* harus mengakomodir kedelapan gerakan dasar wahana sehingga *transmitter* minimal terdiri dari 9 saluran, sedangkan *receiver* dipasang pada UAV menggunakan panjang Gelombang Radio 2.4 GHz karena diperuntukkan untuk terbang jarak pendek. (Qetkeaw, 2012).

Untuk mengendalikan dan memantau pergerakan wahana secara otomatis diperlukan suatu perangkat control yang berada di permukaan (*Ground Control Station / GCS*). Berdasarkan panduan manual dari Feiyu Tech (2014) terdapat tiga (3) mode dasar yang diperlukan untuk membantu pilot menerbangkan wahana yaitu :

- *Altitude stabilized mode*
- *Hovering mode*
- *Return to home mode.*

Salah satu fitur penting lainnya adalah *waypoint fly* yaitu pergerakan otomatis wahana di titik-titik terbang yang telah ditentukan sebelumnya (Hoffman, 2007). Dengan fitur ini arah pergerakan wahana dapat dimonitoring secara *realtime* di GCS Beberapa wahana dilengkapi dengan *On screen Display (OSD)* yaitu fasilitas tambahan pada GCS yang memonitoring segala aspek selama penerbangan wahana, Pengontrol terbang merk Feiyu adalah salah satu pegontrol terbang yang menyediakan fitur OSD tersebut (Feiyu tech, 2014).

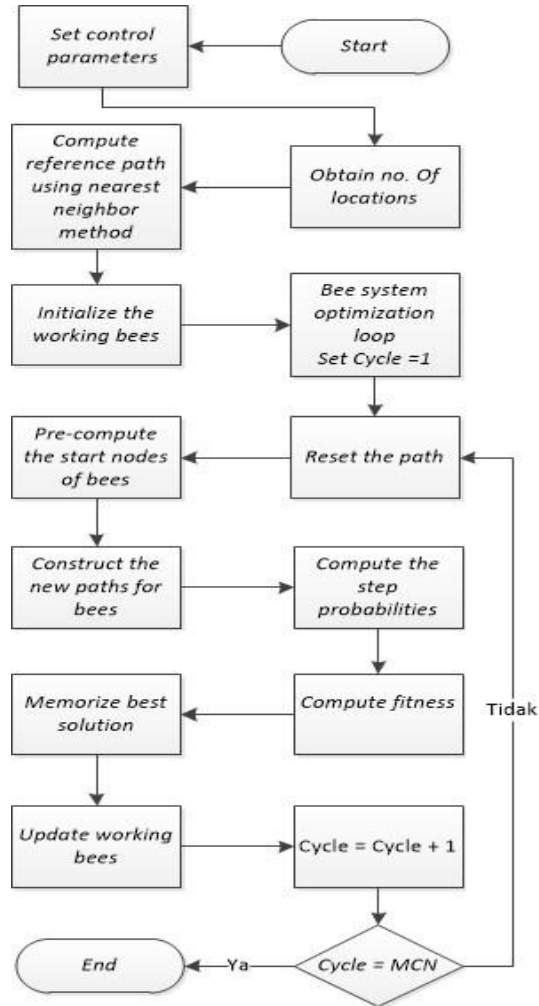


Gambar 2.2. Skematik jenis wahana multirotor (Feiyu tech, 2014)

Pada penelitian Domingues (2009), Jumlah *propeller* dan skematik kerangka wahana menentukan kombinasi pergerakan dari wahana, sebagai contoh skematik Quad+ dengan Quad x menggunakan 4 *propeller* seperti pada gambar 2.2 perbedaan tersebut dapat mempengaruhi kemampuan orientasi pilot sehingga sangat disarankan menggunakan skematik yang paling dikenal atau paling nyaman bagi pilot (Domingues,2009).

BAB III

METODE PENELITIAN



Gambar 3.1. Alur ABC

Pada gambar 3.1 menunjukkan bahwa diagram alur algoritma ABC untuk optimalisasi. Pada tahap inialisasi tetapkan paramater, seperti jumlah kendaraan, jumlah TPS, jumlah volume pada semua TPS, jumlah iterasi (waktu perjalanan lebah), lebah pengamat akan bekerja untuk menilai yang diinputkan. Tahap berikutnya *maps* bernilai inputan robot dengan jumlah TPS yang akan dikunjungi oleh robot. Kemudian jalur refrensi akan didapat dalam perhitungan jalur menggunakan algoritma *nearest neighbor*. Ketika lebah bekerja akan diberikan nilai, dilakukan perulangan. Kemudian pelanggan yang nilai jaraknya minimum akan dicari ketika lebah memulai pekerjaannya, dengan menghitung probabilitas dengan persamaan $P_i = \frac{F(\theta_i)}{\sum_{k=1}^S F(\theta_k)}$, dimana P_i = probabilitas lebah yang dipekerjakan, S = jumlah lebah, θ_i = posisi lebah dan $F(\theta_i)$ = nilai *fitness*. Lebah akan bekerja dan menggambar jalur baru berikutnya untuk mendapatkan jalur terbaru dengan menggunakan persamaan $x_{ij}(t + 1) = \theta_{ij}(t) + \phi(\theta_{ij}(t) - \theta_{kj}(t))$, dimana x_{ij} = posisi lebah pengamat, t = banyaknya iterasi, θ_k = bilangan acak antara (0,1), j = solusi dimensi dan ϕ = seleksi rencana yang terbaik. Persamaan ini akan mengingat solusi terbaik yang ditemukan selama proses berlangsung. Selanjutnya lebah yang

bekerja akan menjadi lebah pengintai dan jumlah lebah yang berkerja akan diperbarui , lebah perkerja yang sudah digunakan menjadi lebah pengintai. Kemudian selesaikan perulangan ketika jumlah iterasi sudah terpenuhi dan hasil terbaik akan diperoleh, jika iterasi belum selesai lebah pengintai akan mulai mencari jalur baru dengan persamaan $\theta_{ij} = \theta_{j\min} + rand. (\theta_{j\max} - \theta_{j\min})$.

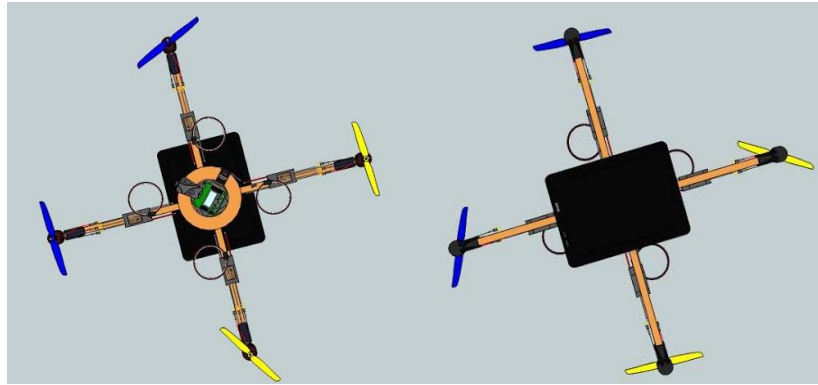
3.4. Tahapan Pengembangan Drone AR

Terdapat Empat tahapan yang dalam membangun Drone berbasis AR yaitu :

- a. Studi pendahuluan
- b. Desain Kerangka dan elektronik drone
- c. Uji coba terbang
- d. Implementasi

Tabel 3.1. Tahapan Pengembangan Drone

No	Tahapan	Detail tahapan	Parameter yang digunakan
1	Studi pendahuluan	1. Melakukan studi pustaka 2. menentukan skema kerangka dan elektronik yang sesuai dengan konsep drone AR 3. Mempertimbangkan factor-faktor yang dapat mempengaruhi performa terbang wahana	1. Ukuran/diameter kerangka. 2. Berat wahana. 3. waktu terbang. 4. kapasitas batere. 5. Resolusi kamera yang akan dipakai
2	Desain Kerangka dan elektronik drone	Membuat gambaran teknis kerangka dan rangkaian elektronik yang digunakan pada wahana	1. Nilai hambatan angin 2. Kekuatan bahan kerangka 3. Pengukuran kapasitas penggunaan sumberdaya listrik
3	Uji coba terbang	Melakukan uji sesuai dengan studi pendahuluan yang telah ditetapkan sebelumnya.	1. waktu terbang. 2. stabilitas terbang 3. Kemudahan dan kelincahan terbang. 4. menguji resolusi kamera
4	Implementasi	Wahana telah siap digunakan.	-

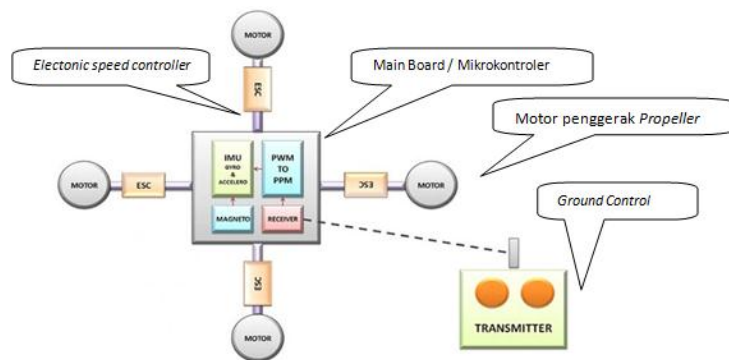


(a)Drone Tampak Atas

(b)Drone Tampak Bawah

Gambar 3.2 a dan b. Desain 3d

Gambar 3.2. merupakan desain kerangka wahana yang akan dibuat, bahan yang digunakan untuk membuat kerangka tersebut adalah serat karbon karena untuk mengurangi bobot dan memiliki tingkat kekuatan dan daya tahan yang baik.



Gambar 3.3. Rangkaian Elektronik pada Wahana

Gambar 3.3 merupakan komponen standar elektronik yang dipakai di wahana, secara umum terdapat beberapa komponen utama yang harus ada antara lain *Flight controller*, *electronic speed controller*, *motor*, serta *transmitter* dan *receiver*.

BAB IV

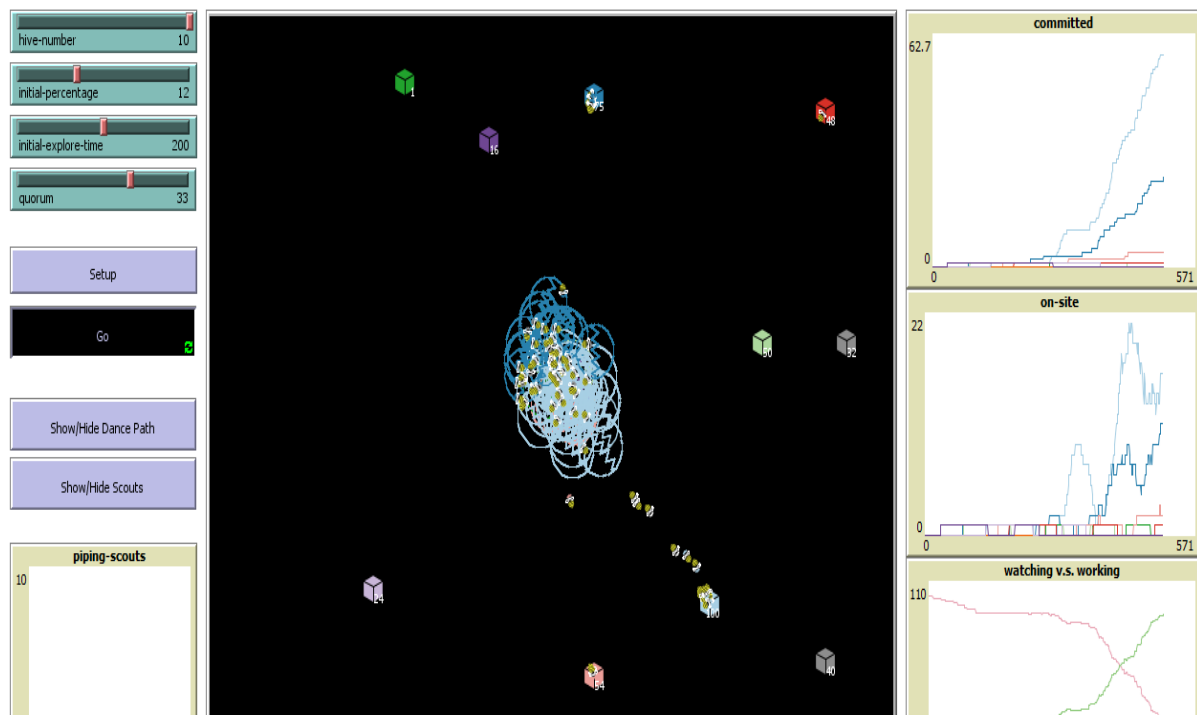
PEMBAHASAN

Model BeeSmart Master menunjukkan kecerdasan kawanan lebah madu selama proses pencarian sarang mereka. Sekelompok puluhan ribu lebah madu dapat secara akurat memilih lokasi sarang baru terbaik yang tersedia di antara puluhan pilihan potensial melalui perilaku mengorganisir diri.

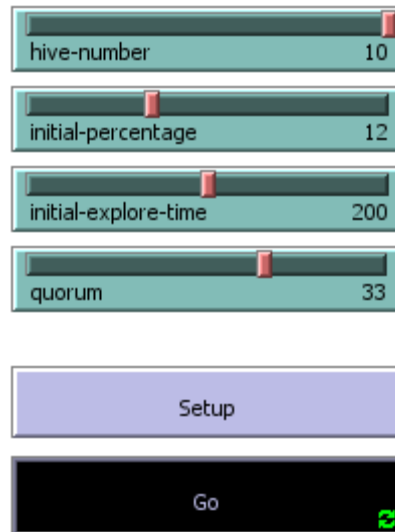
Mekanisme dalam model ini didasarkan pada Honeybee Democracy (Seeley, 2010) dengan beberapa modifikasi dan penyederhanaan. Salah satu penyederhanaan adalah bahwa model ini hanya menunjukkan lebah pengintai - populasi 3-5% dari seluruh kelompok yang terlibat aktif dalam proses pengambilan keputusan. Lebah lain ditinggalkan karena mereka hanya mengikuti pengintai ke sarang baru ketika keputusan dibuat. Meninggalkan non-scouts mengurangi beban komputasi dan membuat model ini lebih jelas secara visual.

Model ini juga merupakan yang pertama dari serangkaian model dalam unit kurikuler penyelidikan ilmiah berbasis pemodelan komputasi "BeeSmart", yang dirancang untuk membantu siswa sekolah menengah dan universitas mempelajari prinsip-prinsip sistem yang kompleks sebagai konsep lintas sektor dalam pembelajaran sains.

4.1. Screenshot tampilan simulasi



Gambar 4.1. Tampilan utama simulasi berbasis multiagent

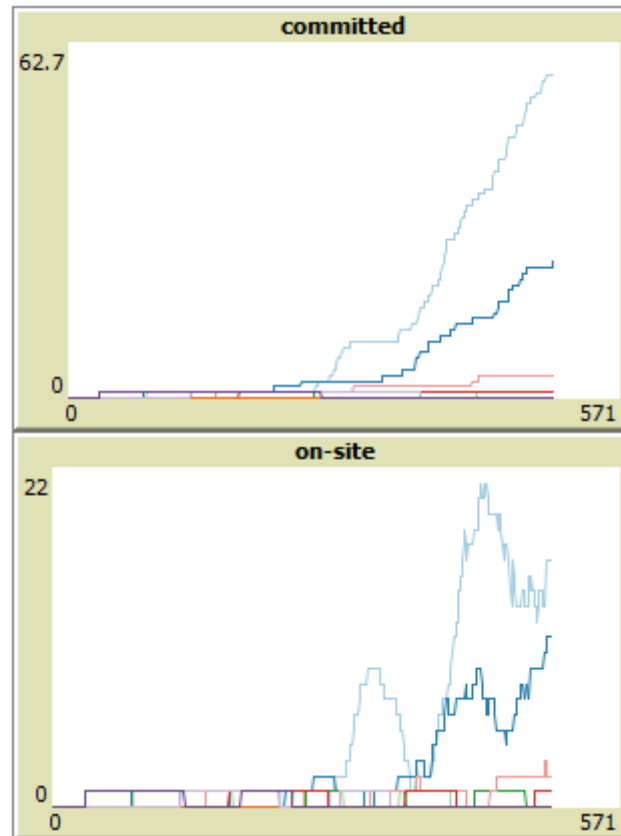


Gambar 4.2. Setup button untuk pengaturan simulasi sebelum dijalankan

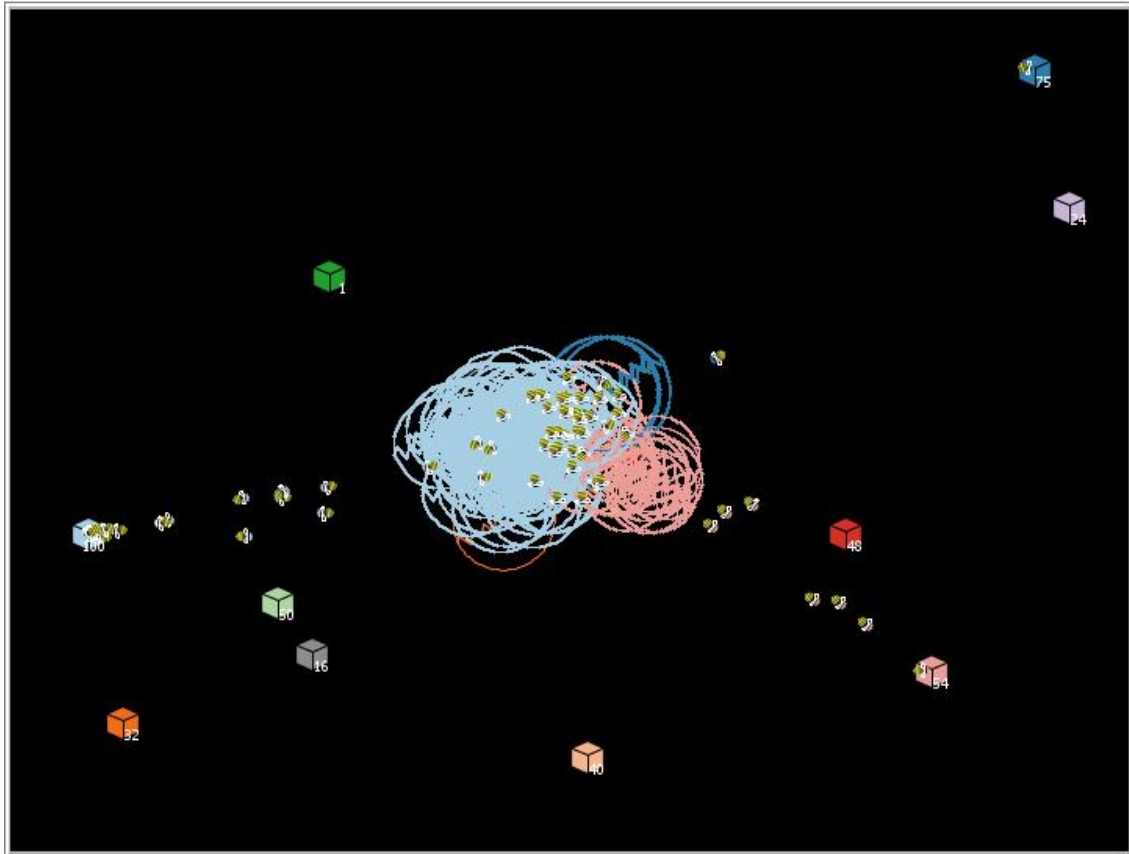
Pada setiap SETUP, 100 lebah pengintai ditempatkan di tengah tampilan. Sementara itu, sejumlah tertentu (ditentukan oleh slider "hive-number") dari situs sarang potensial ditempatkan secara acak di sekitar swarm. Saat mengklik GO, pengintai awal (proporsinya ditentukan oleh penggeser "persentase awal") terbang menjauh dari gerombolan di berbagai arah untuk menjelajahi ruang sekitarnya. Mereka akan menjelajahi ruang untuk maksimum "penjelajahan awal". Jika salah satu pengintai menemukan situs sarang potensial, dia memeriksanya. Kalau tidak, dia kembali ke gerombolan dan tetap menganggur.

Ketika scout menemukan situs sarang potensial, dia memeriksanya untuk mengetahui lokasi, warna, dan kualitasnya. Kemudian dia terbang kembali ke gerombolan untuk mengiklankan situs itu melalui tarian-tarian goyangan. Semakin baik kualitas sarang, semakin lama pramuka menari, semakin mudah tarian ini dilihat oleh lebah menganggur di kawanan, dan semakin banyak lebah menganggur mengikuti tarian untuk memeriksa situs sarang yang diiklankan. Setelah pemeriksaan lebah yang baru bergabung dengan situs yang diiklankan, lebah baru tersebut terbang kembali ke gerombolan dan mengemukakan pendapatnya sendiri tentang situs tersebut melalui tarian bergoyang. Lebah mengunjungi kembali situs yang mereka advokasi, tetapi minat mereka pada situs menurun setelah masing-masing mengunjungi kembali. Beriklan untuk berbagai situs terus dilakukan secara paralel, tetapi situs berkualitas tinggi menarik lebih banyak lebah, sedangkan yang berkualitas rendah secara bertahap diabaikan.

Ketika lebah di situs sarang tertentu mengamati sejumlah lebah di situs yang sama, atau, dengan kata lain, ketika "kuorum" tercapai, mereka terbang kembali ke gerombolan dan mulai "pipa" untuk mengumumkan bahwa suatu keputusan memiliki telah dibuat. Setiap lebah yang mendengar perpipaan juga akan memipip, yang menyebabkan perpipaan itu menyebar melintasi segerombolan dengan cepat. Ketika semua lebah memipih, seluruh kawanan lepas landas untuk pindah ke situs sarang pemenang dan model berhenti.



Gambar 4.3. Perancangan Plot untuk menampilkan hasil simulasi



Gambar 4.4. Environment simulasi pada Netlogo 6

```

to discover
  set discover-task [ [] ->
  ifelse bee-timer < 0 [
    set next-task go-home-task
    set task-string "going-home"
    set no-discovery? true
  ] [
    ifelse count sites in-radius 3 > 0 [
      let temp-target one-of sites in-radius 3

      ifelse not [discovered?] of temp-target [
        set target temp-target
        ask target [

          set discovered? true
          set color item who color-list
        ]
      ]
      set interest [ quality ] of target
    ]
  ]

```

```

        set color [ color ] of target
    set next-task inspect-hive-task
    set task-string "inspecting-hive"

    set bee-timer 100
] [
    rt (random 60 - random 60) proceed
    set bee-timer bee-timer - 1
]
] [
    rt (random 60 - random 60) proceed
]
set bee-timer bee-timer - 1
]
]
end

```

Gambar 4.5. Knowledge representation pada mode penjelajah

```

to inspect-hive
set inspect-hive-task [ [] ->

ifelse bee-timer < 0 [
    set next-task go-home-task
    set task-string "going-home"
    set on-site? false
    set trips trips + 1
] [
    if distance target > 2 [
        face target fd 1 ; a bee flies to its target hive
    ]
    set on-site? true
    let nearby-scouts scouts with [ on-site? and target = [ target ] of myself ] in-radius 3
    if count nearby-scouts > quorum [
        set next-task go-home-task
        set task-string "going-home"
        set on-site? false
        set piping? true
    ]
    ifelse random 3 = 0 [ hide-turtle ] [ show-turtle ]
    set dist-to-hive distancexy 0 0
    set bee-timer bee-timer - 1
]
]
end

```

Gambar 4.6. Representasi pengetahuan saat inspeksi tujuan/spot yang ditemukan

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil membuat simulasi algoritma ABC dalam menangani masalah yang diangkat. Dari hasil simulasi, didapat bahwa PSO dapat digunakan sebagai salah satu alternatif dalam kasus optimalisasi deteksi polusi udara diatas. Akan tetapi, kesulitan dalam simulasi berbasis multiagen didapatkan antara lain karena perangkat simulasi sulit mengolah data dalam bentuk angka karena simulasi dibangun berbasis pada pengembangan pengetahuan agent sehingga kedepannya pengembangan akan dilakukan dalam tahap analisis efektifitas yang lebih komprehensif dari apa yang didapat saat ini

BAB VI
PENGUNAAN DANA

No	Tanggal	Anggaran	Uraian	No.Bukti	Jumlah (Rp)
1	7/9/2018	Flight Controller and stabilization	1 set flight controller beserta sensor pendukung	1	3.073.965
2	22/10/2018	Syma quadrotor	1 set	2	1.215.390
3	16/8/2018	Frame SK450 mm quadcopter	Kerangka wahana/drone	3	418.000
4	20/10/2018	Hardcase	tempat penyimpanan drone	4	610.180
5	24/10/2018	Landing Gear	1 set	5	59.000
6	23/10/2018	Action Cam drone	1 set	6	377.000
7		Penginapan dan Registrasi pelatihan	Penginapan dan Registrasi pelatihan	7	697.914
8		Bensin dan transportasi	Bensin dan transportasi	9	580.000
9		Peralatan	Peralatan	8	825.500
10		Peralatan	Peralatan	8	229.503
TOTAL					8.086.452

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arifitama B. 2015. Pengembangan Alat Peraga Pengenalan Tata Surya Bima Sakti Menggunakan Augmented Reality di PAUD. *Jurnal Sisfo*. Vol 5.No 4.446-453
- [2] Basta. P, 2012, *Quadcopter Flight*, California State University, Thesis, Northridge
- [3] Blackman S.2011. *Beginning 3D Game Development with Unity: All-in-one, multi-platform game development*. Edisi 1. Apress.New York USA
- [4] Domingues, 2009, *Quadrotor Prototype*, Instituto Superior Tecnico, Universidade de Lisboa
- [5] Feiyu Tech, 2014, Feiyu 41AP Manual book, Feiyu Tech, China

- [6] Figueiredo M, Gomes J, Gomes C, Lopes J. 2014. Augmented Reality Tools For Teaching And Learning. International Journal on Advances in Education Research. Vol 1.No 1.22-34
- [7] Qetkeaw. M, 2012, *Wireless Control Quadcopter With Stereo Camera and Self Balancing System*, University Tun Hussein Onn, Malaysia
- [8] Viet T.P, Seung Y.C. 2010. Interior Design in Augmented Reality Environment. *International Journal of Computer Applications*.Vol 5 No 5
- [9] Bodin, L., Golden, B. M., Assad, A., and Ball, M., (1983) “*Routing and Scheduling of Vehicles and Crews: The State of the Art.*” *Computers and Operations Research*, Vol. 11, No. 2, pp. 63-211.
- [10] Eminugroho R., D. L. (2014) ‘Optimasi Sistem Pengangkutan Sampah di kota Yogyakarta dengan Model *Vehicle Routing Problem* Menggunakan Algoritma *Sequential Insertion*’, *Jurnal Pendidikan Matematika FMIPA UNY*, (September), pp. 1–10.
- [11] A, M. Zidny. (2014) ‘Optimasi Rute Kendaraan Dengan Kapasitas Menggunakan Modifikasi Algoritma *Artificial Bee Colony*’, *Skripsi*, pp. 1–49.
- [12] Meitasari Winardi Saputri, Wayan Firdaus Mahmudy, D. E. R. (2015) ‘Optimasi *Vehicle Routing Problem With Time Window (Vrptw)* Menggunakan Algoritma Genetika Pada Distribusi Barang’, *Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, 5(12), pp. 1–10.

LAMPIRAN 1. Draft Jurnal yang Telah Di Submit

Simulasi UAV Swarms untuk Optimalisasi Operasi Pencarian dan Penyelamatan Menggunakan Artificial Bee Colony

Ketut Bayu Yogha Bintoro^{a1}, Silvester Dian Handy Permana^{a2}

^{a1}Teknik Informatika, Universitas Trilogi

Jl. TMP Kalibata Jakarta Selatan, Indonesia

[¹ketutbayu@trilogi.ac.id](mailto:ketutbayu@trilogi.ac.id)

^bTeknik Informatika, Universitas Trilogi

Jl. TMP Kalibata Jakarta Selatan, Indonesia

[²handy@trilogi.ac.id](mailto:handy@trilogi.ac.id)

Abstrak

Operasi *Search and Rescue* (SAR) pada umumnya selalu berpacu dengan waktu yang terbatas dengan kondisi alam dan cuaca yang dinamis seperti kasus hilangnya pesawat Sukhoi Super Jet-100 di gunung salak pada saat *promotion flight* tahun 2012 yang lalu. Wahana penginderaan jarak jauh berbasis *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) / drone* berpenggerak empat (4) rotor yang dapat membantu tim pencari darat memvisualisasi atau mendeteksi lokasi kecelakaan yang terutama berada di wilayah pegunungan atau perbukitan. Akan tetapi luasnya wilayah pencarian dapat menjadi penghalang dalam pencarian jalur optimal menemukan lokasi kecelakaan, untuk itu diperlukan pendekatan cerdas dalam mengoptimisasikan jalur pencarian UAV tersebut. Penelitian ini mengusulkan simulasi UAV *Swarms* untuk optimalisasi operasi pencarian dan penyelamatan menggunakan Artificial Bee Colony (ABC). Dengan ABC diharapkan proses pencarian pada wilayah yang luas menjadi lebih optimal dibandingkan dengan pencarian acak yang membutuhkan banyak waktu dan meningkatkan resiko kecelakaan tim penyelamat selama operasi pencarian.

Kata Kunci : *Search and Rescue, UAV swarms, Artificial Bee Colony*

Introduction

Operasi *Search and Rescue* (SAR) pada umumnya selalu berpacu dengan waktu yang terbatas dengan kondisi alam dan cuaca yang dinamis (Merino. L, 2010). Kondisi tersebut dapat menjadi hambatan dalam operasi penyelamatan yang dilakukan sehingga secara tidak langsung dapat berpengaruh pada tingkat keberhasilan

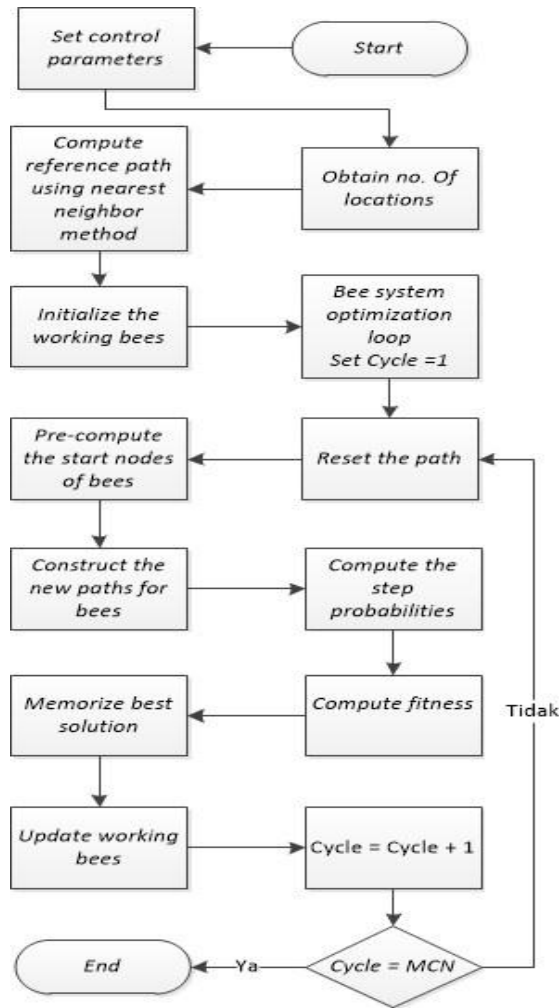
penyelamatan. Sebagai contoh, kasus hilangnya pesawat Sukhoi Super Jet-100 di gunung salak pada saat *promotion flight* tahun 2012 yang lalu. Petugas SAR berjuang untuk menemukan lokasi jatuhnya pesawat tersebut untuk kemudian melakukan tindakan evakuasi korban. Untuk mendeteksi lokasi jatuhnya pesawat tersebut petugas mengalami kesulitan karena harus melalui jalan darat dengan kontur yang sulit dan kondisi cuaca yang buruk.

Kontur pegunungan yang curam dan cuaca menyebabkan kemampuan visibilitas dan daya jelajah petugas menjadi terbatas sehingga berpengaruh pada tenggat waktu penemuan lokasi jatuhnya pesawat. Pada cuaca buruk Helikopter penyelamat terkadang tidak diijinkan terbang karena alasan keselamatan sehingga ujung tombak pencarian berada pada tim SAR darat.

Atas dasar peristiwa tersebut, sangat penting membekali tim SAR darat menggunakan perangkat terbang *portable* yang setiap saat digunakan petugas penyelamat untuk membantu mendeteksi lokasi kecelakaan pada lokasi yang sulit dijangkau ataupun pada cuaca yang buruk. Disamping itu, dengan bantuan alat ini diharapkan dapat meminimalisir resiko kecelakaan pada anggota tim saat menyusuri wilayah yang terjal atau sulit dicapai anggota tim. Gambar 1 merupakan contoh gambar-gambar yang diambil dari *drone*. Kemampuan untuk mengambil gambar kecelakaan pesawat ataupun kebakaran hutan dapat menjadi dasar perencanaan operasi penyelamatan. Untuk mendukung tim SAR darat itulah penulis mengusulkan sistem penginderaan jarak jauh berbasis *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) / drone* berpengerak empat (4) rotor yang dapat membantu tim pencari darat mengidentifikasi dan mendeteksi lokasi kecelakaan dan dapat juga untuk keperluan perencanaan pengambilan jalur evakuasi, melacak keberadaan *survivor* pada daerah yang sulit dijangkau seperti di patahan, jurang dengan tingkat kemiringan ekstrem yang dapat membahayakan keselamatan anggota tim.

Research Methods

Alur ABC



Gambar 1. Alur ABC

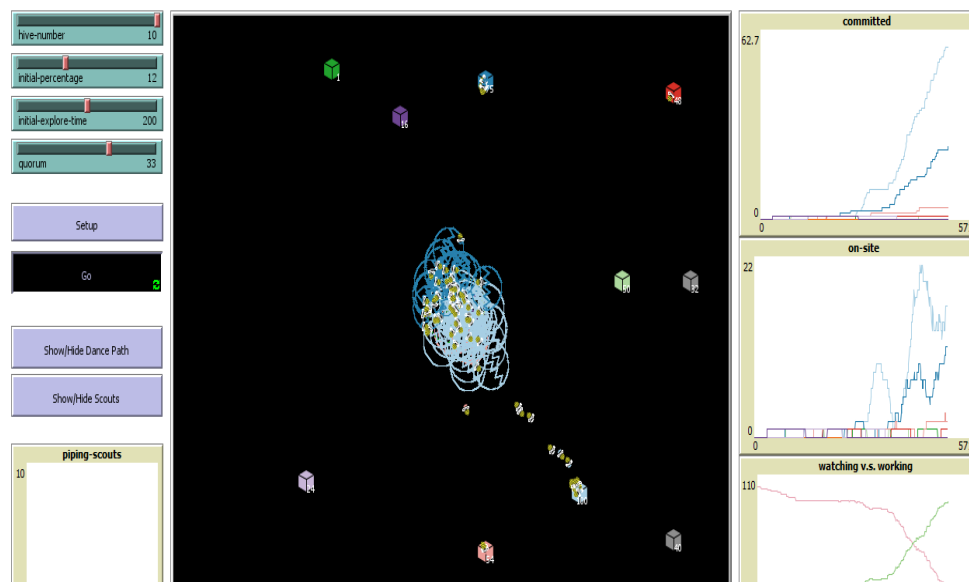
Gambar 1 menunjukkan bahwa diagram alur algoritma ABC untuk optimalisasi. Pada tahap inialisasi ditetapkan paramater, seperti jumlah kendaraan, jumlah TPS, jumlah volume pada semua TPS, jumlah iterasi (waktu perjalanan lebah), lebah pengamat akan bekerja untuk menilai yang diinputkan. Tahap berikutnya *maps* bernilai inputan robot dengan jumlah TPS yang akan dikunjungi oleh robot. Kemudian jalur refrensi akan didapat dalam perhitungan jalur menggunakan algoritma *nearest neighbor*. Ketika lebah bekerja akan diberikan nilai, dilakukan perulangan. Kemudian pelanggan yang nilai jaraknya minimum akan dicari ketika lebah memulai pekerjaannya, dengan menghitung probabilitas dengan persamaan $P_i = \frac{F(\theta_i)}{\sum_{k=1}^S F(\theta_k)}$, dimana P_i = probabilitas lebah yang dipekerjakan, S = jumlah lebah, θ_i = posisi lebah dan $F(\theta_i)$ = nilai *fitness*. Lebah akan bekerja dan menggambar jalur baru berikutnya untuk mendapatkan jalur terbaru dengan menggunakan persamaan $x_{ij}(t+1) = \theta_{ij}(t) + \phi(\theta_{ij}(t) - \theta_{kj}(t))$, dimana x_{ij} = posisi lebah pengamat, t = banyaknya iterasi, θ_k = bilangan acak antara (0,1), j = solusi dimensi dan ϕ = seleksi rencana yang terbaik. Persamaan ini akan mengingat solusi terbaik yang ditemukan selama proses

berlangsung. Selanjutnya lebah yang bekerja akan menjadi lebah pengintai dan jumlah lebah yang berkerja akan diperbarui , lebah perkerja yang sudah digunakan menjadi lebah pengintai. Kemudian selesaikan perulangan ketika jumlah iterasi sudah terpenuhi dan hasil terbaik akan diperoleh, jika iterasi belum selesai lebah pengintai akan mulai mencari jalur baru dengan persamaan $\theta_{ij} = \theta_{j\min} + rand. (\theta_{j\max} - \theta_{j\min})$.

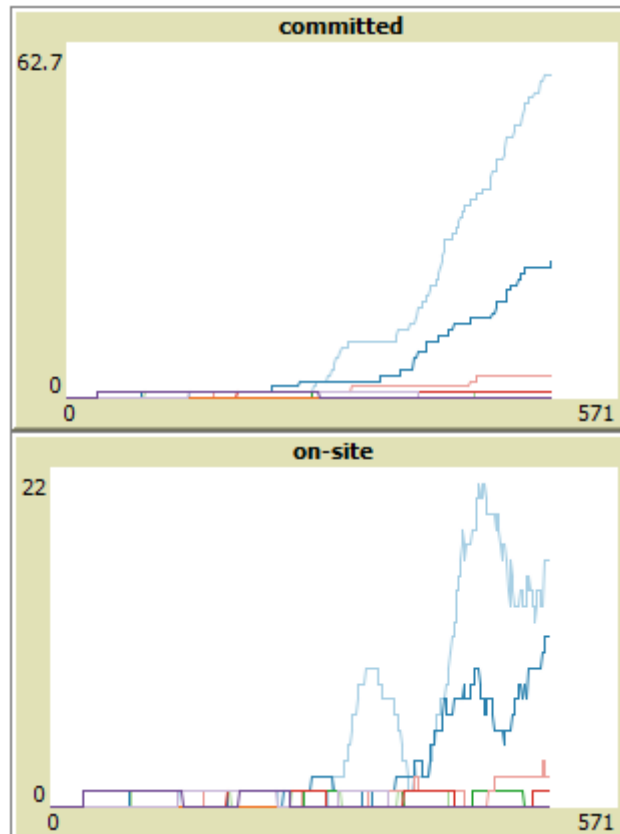
Simulasi

Model BeeSmart menunjukkan kecerdasan kawanan lebah madu selama proses pencarian sarang mereka. Sekelompok puluhan ribu lebah madu dapat secara akurat memilih lokasi sarang baru terbaik yang tersedia di antara puluhan pilihan potensial melalui perilaku mengorganisir diri. Mekanisme dalam model ini didasarkan pada Honeybee Democracy (Seeley, 2010) dengan beberapa modifikasi dan penyederhanaan. Salah satu penyederhanaan adalah bahwa model ini hanya menunjukkan lebah pengintai - populasi 3-5% dari seluruh kelompok yang terlibat aktif dalam proses pengambilan keputusan. Lebah lain ditinggalkan karena mereka hanya mengikuti pengintai ke sarang baru ketika keputusan dibuat. Meninggalkan non-scouts mengurangi beban komputasi dan membuat model ini lebih jelas secara visual.

Gambar 2 merupakan yang pertama dari serangkaian model dalam unit kurikuler penyelidikan ilmiah berbasis pemodelan komputasi "BeeSmart", yang dirancang untuk membantu siswa sekolah menengah dan universitas mempelajari prinsip-prinsip sistem yang kompleks sebagai konsep lintas sektor dalam pembelajaran sains.



Gambar 2. Tampilan Simulasi



Gambar 3. Rata-Rata Hasil Simulasi

Ketika scout menemukan situs sarang potensial, dia memeriksanya untuk mengetahui lokasi, warna, dan kualitasnya. Kemudian dia terbang kembali ke gerombolan untuk mengiklankan situs itu melalui tarian-tarian goyangan. Semakin baik kualitas sarang, semakin lama pramuka menari, semakin mudah tarian ini dilihat oleh lebah menganggur di kawanan, dan semakin banyak lebah menganggur mengikuti tarian untuk memeriksa situs sarang yang diiklankan. Setelah pemeriksaan lebah yang baru bergabung dengan situs yang diiklankan, lebah baru tersebut terbang kembali ke gerombolan dan mengemukakan pendapatnya sendiri tentang situs tersebut melalui tarian bergoyang. Lebah mengunjungi kembali situs yang mereka advokasi, tetapi minat mereka pada situs menurun setelah masing-masing mengunjungi kembali. Beriklan untuk berbagai situs terus dilakukan secara paralel, tetapi situs berkualitas tinggi menarik lebih banyak lebah, sedangkan yang berkualitas rendah secara bertahap diabaikan.

Ketika lebah di situs sarang tertentu mengamati sejumlah lebah di situs yang sama, atau, dengan kata lain, ketika "kuorum" tercapai, mereka terbang kembali ke gerombolan dan mulai "pipa" untuk mengumumkan bahwa suatu keputusan memiliki telah dibuat. Setiap lebah yang mendengar perpipaan juga akan memipip, yang menyebabkan perpipaan itu menyebar melintasi segerombolan dengan cepat. Ketika semua lebah memipih, seluruh kawanan lepas landas untuk pindah ke situs sarang pemenang dan model berhenti.

Conclusion

Dari 100 kali jalannya simulasi, beberapa faktor penting yang harus diperhatikan dalam menentukan hasil simulasi antara lain jumlah dan jarak sarang potensial, derajat pergerakan, dan kecepatan pergerakan. Pada setiap SETUP, 100 lebah pengintai ditempatkan di tengah tampilan. Sementara itu, sejumlah tertentu (ditentukan oleh slider "hive-number") dari situs sarang potensial ditempatkan secara acak di sekitar swarm. Saat mengklik GO, pengintai awal (proporsinya ditentukan oleh penggeser "persentase awal") terbang menjauh dari gerombolan di berbagai arah untuk menjelajahi ruang sekitarnya. Mereka akan menjelajahi ruang untuk maksimum "penjelajahan awal". Jika salah satu pengintai menemukan situs sarang potensial, dia memeriksanya. Kalau tidak, dia kembali ke gerombolan dan tetap menganggur.

References

- [1] Arifitama B. 2015. Pengembangan Alat Peraga Pengenalan Tata Surya Bima Sakti Menggunakan Augmented Reality di PAUD. *Jurnal Sisfo*. Vol 5.No 4.446-453
- [2] Basta. P, 2012, *Quadcopter Flight*, California State University, Thesis, Northridge
- [3] Blackman S.2011. *Beginning 3D Game Development with Unity: All-in-one, multi-platform game development*. Edisi 1. Apress.New York USA
- [4] Domingues, 2009, *Quadrotor Prototype*, Instituto Superior Tecnico, Universidade de Lisboa
- [5] Feiyu Tech, 2014, Feiyu 41AP Manual book, Feiyu Tech, China
- [6] Figueiredo M, Gomes J, Gomes C, Lopes J. 2014. Augmented Reality Tools For Teaching And Learning. *International Journal on Advances in Education Research*. Vol 1.No 1.22-34
- [7] Qetkeaw. M, 2012, *Wireless Control Quadcopter With Stereo Camera and Self Balancing System*, University Tun Hussein Onn, Malaysia
- [8] Viet T.P, Seung Y.C. 2010. Interior Design in Augmented Reality Environment. *International Journal of Computer Applications*. Vol 5 No 5
- [9] Bodin, L., Golden, B. M., Assad, A., and Ball, M., (1983) "Routing and Scheduling of Vehicles and Crews: The State of the Art." *Computers and Operations Research*, Vol. 11, No. 2, pp. 63-211.
- [10] Eminugroho R., D. L. (2014) 'Optimasi Sistem Pengangkutan Sampah di kota Yogyakarta dengan Model *Vehicle Routing Problem* Menggunakan Algoritma *Sequential Insertion*', *Jurnal Pendidikan Matematika FMIPA UNY*, (September), pp. 1–10.

- [11] A, M. Zidny. (2014) ‘Optimasi Rute Kendaraan Dengan Kapasitas Menggunakan Modifikasi Algoritma *Artificial Bee Colony*’, *Skripsi*, pp. 1–49.
- [12] Meitasari Winardi Saputri, Wayan Firdaus Mahmudy, D. E. R. (2015) ‘Optimasi *Vehicle Routing Problem With Time Window* (Vrptw) Menggunakan Algoritma Genetika Pada Distribusi Barang’, *Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, 5(12), pp. 1–10.

LAMPIRAN 2. Bukti Submisi di Jurnal Ilmu Komputer Universitas Udayana

