

SKRIPSI
IMPLEMENTASI ALGORITMA *SPIDER MONKEY*
OPTIMIZATION* UNTUK MENYELESAIKAN *DRONE
ROUTING PROBLEM
IMPLEMENTATION OF
SPIDER MONKEY OPTIMIZATION ALGORITHM
TO SOLVE DRONE ROUTING PROBLEM



NURUL INAYAH
D0221351

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
MAJENE
2025

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI ALGORITMA SPIDER MONKEY OPTIMIZATION
UNTUK MENYELESAIKAN DRONE ROUTING PROBLEM**

Telah dipersiapkan dan disusun oleh

NURUL INAYAH

D0221351

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal tanggal 15 Mei 2025

Susunan Tim Penguji

Pembimbing I



Ir. Sugiarto Cokrowibowo, S.Si., M.T
NIP. 198605242015041004

Penguji I



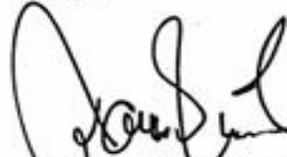
Arnita Irianti, S.Si., M.Si.
NIP. 198708062018032001

Pembimbing II



A. Amirul Asnan Cirua, S.T., M.Kom
NIP. 199804022024061001

Penguji II



Fariq Wajidi, S.Kom., M.T.
NIP. 198904182019031018

Penguji III



Nahya Nur, S.T., M.Kom.
NIP. 199111052019032024

LEMBAR PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *SPIDER MONKEY OPTIMIZATION*
UNTUK MENYELESAIKAN *DRONE ROUTING PROBLEM***

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

**NURUL INAYAH
NIM. D0221351**

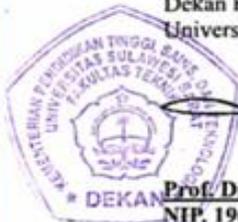
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I



Ir. Sugiarto Cokrowibowo, S.Si., M.T
NIP. 198605242015041004

Dekan Fakultas Teknik,
Universitas Sulawesi Barat



Prof. Dr. Ir. Hafshah Nirwana., M.T
NIP. 196404051990032002

Pembimbing II



A. Amirul Asnan Cirua, S.T., M.Kom
NIP. 199804022024061001

Ketua Program Studi
Informatika



Muh. Hafid Rasvid, S.Kom., M.T
NIP. 198408182022031006

LEMBAR ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar referensi. Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta proses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Majene, 23 Mei 2025



Nurul Inayah
NIM : D0221351

ABSTRAK

Nurul Inayah Usulan *Algoritma Spider Monkey Optimization* untuk menyelesaikan *Drone Routing Problem*. (dibimbing oleh **Ir. Sugiarto Cokrowibowo, S.Si., M.T. dan A.Amirul Asnan Cirua, S.T., Kom.**).

Penelitian ini mengusulkan penggunaan algoritma *Spider Monkey Optimization* (SMO) untuk menyelesaikan *Drone Routing Problem* (DRP), dengan tujuan memaksimalkan jumlah titik yang dapat dikunjungi dalam batasan kapasitas baterai. Studi ini mengevaluasi pengaruh parameter SMO, seperti *Perturbation Rate* (Pr), jumlah populasi (N), iterasi, dan jumlah titik terhadap kualitas solusi, melalui pengujian pada skenario dengan jumlah titik berbeda. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi pr sedang 0,3 –0,5 dan populasi cukup besar $N = 30 - 50$ memberikan hasil terbaik dalam hal cakupan titik dan nilai *fitness*. Nilai Pr yang terlalu tinggi menyebabkan penurunan performa, sedangkan populasi kecil membatasi eksplorasi. Iterasi yang memadai juga penting untuk mendukung pencarian solusi yang optimal. Dengan konfigurasi parameter yang tepat, SMO terbukti efektif dan adaptif dalam menyelesaikan DRP.

Kata Kunci : *Algoritma Spider Monkey Optimization, Drone Routing Problem, Metaheuristic dan Drone.*

ABSTRACT

Nurul Inayah *Proposed Spider Monkey Optimization Algorithm to solve Drone Routing Problem.* (dibimbing oleh **Ir. Sugiarto Cokrowibowo, S.Si., M.T.** and **A.Amirul Asnan Cirua, S.T., Kom.**).

This study proposes the use of the Spider Monkey Optimization (SMO) algorithm to solve the Drone Routing Problem (DRP), with the aim of maximizing the number of visited nodes within the battery capacity constraint. This study evaluates the effect of SMO parameters, such as Perturbation Rate (Pr), population size (N), iterations, and number of nodes on the solution quality, through testing on scenarios with different numbers of nodes. The results show that a combination of moderate pr 0.3 -0.5 and a large enough population $N = 30 -50$ gives the best results in terms of node coverage and fitness value. Too high a Pr value causes performance degradation, while a small population limits exploration. Sufficient iterations are also important to support the search for optimal solutions. With the right parameter configuration, SMO is proven to be effective and adaptive in solving DRP.

Keywords: *Spider Monkey Optimization Algorithm, Drone Routing Problem, Metaheuristic and Drone.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) adalah pesawat terbang yang dioperasikan tanpa pilot manusia di dalamnya. UAV dapat dikendalikan secara langsung oleh operator dari jarak jauh atau beroperasi secara otomatis melalui perangkat lunak yang telah diprogram sebelumnya. *Drone* adalah salah satu jenis UAV yang paling umum digunakan (Shelemo, 2023). *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), memainkan peran penting dalam berbagai bidang seperti manajemen bencana, pertanian, dan perawatan kesehatan (Hooshyar and Huang, 2023). Selain itu teknologi *drone* telah berkembang pesat dan memiliki potensi besar di berbagai industri, termasuk sektor logistik. UAV telah merevolusi industri logistik dengan menyediakan alternatif transportasi yang lebih hemat biaya dan efisien dibandingkan dengan model konvensional.

Drone memiliki keunggulan dalam hal kecepatan, keamanan, fleksibilitas, serta efisiensi biaya. Selain itu UAV juga sangat bermanfaat, terutama di daerah dengan infrastruktur yang kurang memadai atau medan yang sulit dijangkau (Baldisseri et al., 2022). *Drone* menjadi sangat popularitas karena disebabkan oleh pengurangan biaya tenaga kerja dan risiko keamanan disebabkan tidak adanya pilot manusia dan kecepatan berkendara tanpa adanya hambatan lalu lintas *Drone* memiliki keterbatasan dalam operasinya, yaitu daya tahan baterai dan jarak tempuhnya. Daya tahan baterai yang terbatas membuat *drone* hanya dapat terbang dalam waktu singkat, sehingga mengurangi efisiensi penggunaannya. Selain itu, jarak tempuh yang terbatas juga membatasi area jangkauan *drone*, terutama dalam misi pengawasan atau pengiriman barang. Faktor-faktor ini menjadi tantangan utama dalam pengembangan teknologi *drone* agar dapat beroperasi lebih lama dan menjangkau wilayah yang lebih luas. Oleh karena itu, perencanaan rute yang optimal sangat penting untuk memastikan *drone* dapat menyelesaikan misinya dengan efisien.

Dalam literatur menyatakan bahwa penggunaan energi pada *drone* biasanya diasumsikan linear terhadap waktu tempuh atau jarak (Zhu, Boyles &

Unnikrishnan, 2024). Oleh karena itu, optimasi rute tidak hanya bertujuan untuk mengurangi jarak tempuh tetapi juga untuk menghemat energi secara signifikan. Dengan memperhitungkan hubungan linear antara jarak dan konsumsi energi, perencanaan rute yang efisien dapat memperpanjang durasi operasional *drone* serta memperluas jangkauan penggunaannya.

Penelitian menunjukkan bahwa mengurangi risiko kesalahan pada misi *drone* dapat meningkatkan efisiensi operasional, salah satunya dengan menentukan titik-titik koordinat (*waypoint*) sebagai rute yang akan dilalui *drone* (Taufik et al., 2022). Titik-titik koordinat yang dimaksud adalah *waypoint* yang dirancang untuk membentuk rute terpendek, sehingga *drone* dapat menghindari lintasan yang tidak perlu dan mengoptimalkan penggunaan energi. Dengan memilih *waypoint* strategis yang meminimalkan total jarak tempuh, keterbatasan *drone* seperti kapasitas baterai dan jangkauan dapat diatasi. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi waktu operasi tetapi juga memastikan konsumsi energi lebih efisien, karena jarak yang lebih pendek berbanding lurus dengan penghematan energi (Zhu et al., 2024).

Salah satu pendekatan untuk memecahkan dan mengoptimalkan perencanaan jalur dengan menggunakan algoritma *metaheuristik* yang telah menjadi sangat populer. Hal ini terjadi karena sifat stokastiknya yang memungkinkan eksplorasi ruang pencarian yang ekstensif, mencegah stagnasi dalam solusi lokal (Hooshyar & Huang, 2023). Salah satu algoritma *metaheuristik* yang saat ini berkembang pesat adalah algoritma yang terinspirasi oleh spesies biologis. Algoritma tersebut didasarkan pada perilaku beberapa hewan, komunitas serangga, dan pergerakan organisme biasa. Konsep algoritma yang memanfaatkan prinsip-prinsip dari cara kelompok hewan atau organisme berinteraksi dan berkoordinasi untuk menyelesaikan tugas-tugas kompleks atau mencapai tujuan bersama disebut algoritma *Swarm Intelligence* (SI). SI memiliki kemampuan beradaptasi dan efektif dalam mengatasi berbagai tantangan dalam bidang perencanaan jalur UAV (Hooshyar & Huang, 2023).

SMO merupakan algoritma optimasi yang berbasis kecerdasan kelompok. Algoritma SMO termasuk metode numerik yang terinspirasi dari perilaku alami monyet laba – laba (Bansal et al., 2014). Monyet laba-laba merupakan spesies yang

berasal dari Amerika Selatan, yang hidup berkelompok dan memiliki kecerdasan sosial serta saat mencari makanan di suatu daerah. Monyet laba – laba mencari makanan secara berkelompok yang berada di bawah pemimpin kelompok dan untuk kelompok kecil di bawah subkelompok pemimpin. Mereka mencari makanan dimulai dengan kelompok besar, kemudian dibagi menjadi kelompok yang lebih kecil (subkelompok) ketika mereka gagal menemukan makanan. Pembagian kelompok dimaksudkan untuk melakukan pencarian yang lebih luas tersebar ke berbagai arah untuk menjelajahi suatu daerah. Subkelompok pemimpin dapat membagi kelompok lagi ketika masih gagal mendapatkan makanan. Ketika jumlah kelompok mencapai maksimum, ketua kelompok dari kelompok utama menggabungkan semua sub kelompok menjadi kelompok besar (Bansal *et al.*, 2014). Dalam SMO posisi terbaik dari monyet laba-laba disebut *global leader* dan solusi terbaik dari setiap kelompok kecil disebut *local leader* (subkelompok) (M. A.H. Akhand *et al.*, 2020).

Terdapat beberapa penelitian tentang SMO diantaranya yang dilakukan oleh (Sharma, Sharma & Kumar, 2020) yang menyatakan bahwa algoritma SMO memiliki analisis kerja melampaui batas algoritma *Artificial Bee Colony* (ABC), *Differential Evolution* (DE) dan *Particle Swarm Optimization* (PSO). Selain itu juga terdapat penelitian bahwa algoritma SMO memberikan hasil tur cost yang lebih kecil dibandingkan optimasi *colony optimization & artificial bee colony* (M. A.H. Akhand *et al.*, 2020) .

Kemudian hasil penelitian (Zhu *et al.*, 2021) menyatakan bahwa *Spider Monkey Optimization* dapat menemukan jalur yang aman untuk menghindari ancaman secara efisien dan terbukti lebih efektif dibandingkan algoritma lainnya dalam menangani masalah perencanaan jalur *Uninhabited Combat Air Vehicles* (UCAV). Pada hasil penelitian masalah TSP (*Traveling Salesman Problem*) juga efisien dibandingkan dengan metode genetika karena memberikan biaya tur rata-rata yang lebih baik (Firgiawan *et al.*, 2021). Sedangkan pada masalah *job scheduling* yang dilakukan oleh (Cirua & Nurtanio, 2022) melakukan perbandingan algoritma SMO, GA, HGA, dan MCSA . Hasil penelitiannya yaitu MCSA masih lebih unggul untuk kumpulan data 10x10 dan 10x5. Sedangkan Hasil 15x5 dan

20x5 dataset menunjukkan metode SMO cenderung lebih unggul dibandingkan GA dan HGA.

Berdasarkan rangkaian hasil penelitian sebelumnya dan kendala *drone* dalam operasi maka penelitian ini akan menerapkan *Spider Monkey Optimization* untuk menyelesaikan *Drone Routing Problem*. Diharapkan hasilnya dapat memberikan solusi efektif dalam mengatasi tantangan keterbatasan baterai dan membantu *drone* dalam mencapai titik-titik tujuan dengan rute terpendek.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang sebelumnya, maka diperoleh rumusan masalah bagaimana hasil implementasi algoritma *Spider Monkey Optimization* dalam menyelesaikan masalah *drone routing problem* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Pada penelitian ini memiliki tujuan yaitu mengetahui hasil implementasi algoritma *Spider Monkey Optimization* dalam menyelesaikan masalah *drone routing problem*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat dalam bidang informatika, khususnya dalam konteks *Drone Routing Problem* dan kecerdasan buatan. Beberapa manfaat potensialnya termasuk :

1. Memberikan kontribusi pada bidang *Artificial Intelligence* (AI) melalui penerapan algoritma *Spider Monkey Optimization* untuk permasalahan seperti *Drone Routing Problem*.
2. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan sistem yang dapat menganalisis data secara *real-time* untuk membuat keputusan optimal dalam perencanaan rute *drone*.
3. Penelitian ini berkontribusi untuk membuat *drone* secara otomatis mencari rute yang telah dibuat menggunakan algoritma *Spider Monkey Optimization* tanpa harus dikontrol.

2.1 Batasan Masalah

Ruang lingkup pembahasan dalam penelitian ini dibatasi pada penerapan algoritma *Spider Monkey Optimization* untuk menyelesaikan *Drone Routing Problem* (DRP) antara lain :

1. Mempertimbangkan kapasitas baterai dalam penyelesaian DRP.
2. Menggunakan data koordinat *latitude* dan *longitude* dari *Google Maps* pada beberapa wilayah di Kabupaten Majene.
3. Menerapkan algoritma *Spider Monkey Optimization* sebagai metode utama dalam optimasi jalur *drone*.
4. Pengujian dilakukan pada beberapa skenario jumlah titik, yaitu 20, 40, 60, 80, dan 100 titik.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada berbagai skenario jumlah titik (20 hingga 100 titik), dapat disimpulkan bahwa algoritma *Spider Monkey Optimization (SMO)* mampu memberikan solusi yang kompetitif dalam menyelesaikan *Drone Routing Problem* dengan batasan kapasitas baterai. Performa algoritma *Spider Monkey Optimization (SMO)* sangat dipengaruhi oleh kombinasi parameter *jumlah populasi (N)*, *jumlah iterasi (I)*, dan *perturbation rate (pr)*. Nilai Pr yang sedang (sekitar 0,3–0,5) memberikan keseimbangan optimal antara eksplorasi dan eksploitasi, menghasilkan solusi yang lebih stabil dengan cakupan titik yang cukup baik. Ukuran populasi yang besar ($N=30-50$) juga terbukti meningkatkan jumlah titik valid yang dikunjungi dan nilai fitness, meskipun berdampak pada peningkatan waktu komputasi. Ukuran populasi besar memberikan keberagaman solusi yang baik pada skenario titik sedikit, namun populasi kecil bisa lebih efisien pada skenario kompleks jika diimbangi iterasi tinggi dan pr yang tepat. Iterasi tinggi umumnya meningkatkan kualitas solusi, tetapi efektivitasnya tetap bergantung pada kesesuaian dengan parameter lainnya. Selain itu, jumlah titik sangat berpengaruh terhadap hasil akhir. Semakin banyak titik yang harus dikunjungi, semakin kompleks ruang pencarian dan semakin tinggi konsumsi energi, sehingga jumlah titik valid yang dikunjungi cenderung menurun meskipun kapasitas baterai tetap. Hal ini menunjukkan bahwa seiring bertambahnya jumlah titik, diperlukan keseimbangan yang lebih hati-hati antara eksplorasi dan eksploitasi parameter algoritma SMO.

Secara keseluruhan, algoritma *Spider Monkey Optimization* terbukti sebagai metode rute optimal secara konsisten dalam menyelesaikan masalah optimasi rute drone berbasis batasan baterai. Kekuatan utama SMO terletak pada mekanisme eksplorasi dan eksploitasi berbasis struktur sosial yang adaptif, memungkinkan algoritma menyesuaikan arah pencarian secara dinamis.

Keberhasilan algoritma ini sangat bergantung pada keseimbangan parameter yang digunakan, serta efisiensi dalam proses validasi solusi. Dengan pemilihan parameter yang tepat dan penerapan skema validasi yang sesuai, SMO mampu menghasilkan solusi rute yang efisien, valid, dan mendekati optimal meskipun dalam ruang pencarian yang kompleks

5.2 Saran

Pendekatan multi-depot dengan satu *drone* memberikan peluang untuk mengoptimalkan rute dengan pengisian ulang baterai di beberapa titik kunjungan, memungkinkan *drone* mengunjungi lebih banyak titik tanpa terganggu oleh batasan kapasitas baterai. Dalam konteks ini, metode *Spider Monkey Optimization* (SMO) memiliki potensi besar karena kemampuannya mengeksplorasi ruang solusi secara luas, serta menghasilkan rute optimal yang mempertimbangkan titik pengisian ulang secara adaptif. Penerapan multi-depot akan mempengaruhi SMO dengan meningkatkan eksplorasi solusi, memungkinkan penentuan kombinasi parameter yang optimal, serta meningkatkan efisiensi waktu dan energi. SMO dapat mengatur titik persinggahan untuk pengisian ulang dengan cara yang lebih fleksibel dan dinamis, sementara penelitian lebih lanjut bisa menguji bagaimana parameter seperti *perturbation rate* dan ukuran populasi mempengaruhi performa algoritma dalam konteks multi-depot. Hal ini membuka ruang untuk evaluasi sejauh mana SMO dapat dioptimalkan dalam menangani masalah *routing* yang lebih kompleks dengan berbagai titik depot dan pengisian ulang baterai.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhand, M A H *et al.* (2020) ‘Discrete spider monkey optimization for travelling salesman problem’, *Applied Soft Computing*, 86, p. 105887.
- Akhand, M. A.H. *et al.* (2020) ‘Discrete Spider Monkey Optimization for Travelling Salesman Problem’, *Applied Soft Computing Journal*, 86. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105887>.
- Attenni, G. *et al.* (2023) ‘Drone-Based Delivery Systems: A Survey on Route Planning’, *IEEE Access*, 11(September), pp. 123476–123504. Available at: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3329195>.
- Ayon, S.I. *et al.* (2019) ‘Spider monkey optimization to solve traveling salesman problem’, in *2019 international conference on electrical, computer and communication engineering (ECCE)*. IEEE, pp. 1–5.
- Bansal, J.C. *et al.* (2014) ‘Spider Monkey Optimization algorithm for numerical optimization’, *Memetic Computing*, 6(1), pp. 31–47. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12293-013-0128-0>.
- Bhagwanti, B., Sharma, H. and Sharma, N. (2018) ‘Accelerative Factor Based Spider Monkey Optimization’, *2018 9th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies, ICCCNT 2018*, pp. 1–6. Available at: <https://doi.org/10.1109/ICCCNT.2018.8493673>.
- Cirua, A.A.A. and Nurtanio, I. (2022) ‘Scheduling Job Machines with Swap Sequence to Minimize Makespan Using Spider Monkey Optimization Algorithm’, in *2022 6th International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE)*. IEEE, pp. 291–296.
- Emambocus, B.A.S. *et al.* (2021) ‘An Enhanced Swap Sequence-Based Particle Swarm Optimization Algorithm to Solve TSP’, *IEEE Access*, 9, pp. 164820–164836. Available at: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3133493>.
- Firgiawan, W. *et al.* (2021) ‘Performance comparison of spider monkey optimization and genetic algorithm for traveling salesman problem’, in *2021 3rd International Conference on Electronics Representation and Algorithm*

- (ICERA). IEEE, pp. 191–195.
- Hooshyar, M. and Huang, Y.M. (2023) ‘Meta-heuristic Algorithms in UAV Path Planning Optimization: A Systematic Review (2018–2022)’, *Drones*, 7(12). Available at: <https://doi.org/10.3390/drones7120687>.
- Rafi’ Addani, A., Turmudi, T. and Sujarwo, I. (2023) ‘Penerapan Graf Berarah dan Berbobot untuk Mengetahui Influencer yang Paling Berpengaruh dalam Penyebaran Informasi pada Twitter’, *Jurnal Riset Mahasiswa Matematika*, 2(5), pp. 186–194. Available at: <https://doi.org/10.18860/jrmm.v2i5.16810>.
- Richasanty, S. and Ira, Z. (2021) ‘Pengefisiensian Penyaluran Barang dan Rute Pengiriman Ekspedisi JNE dengan Aplikasi Graf’, *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, volume 5 n(ISSN: 2548-9771/EISSN: 2549-7200), pp. 99–109.
- Sharma, B., Sharma, V.K. and Kumar, S. (2020) ‘Sigmoidal Spider Monkey Optimization Algorithm’, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1053(January), pp. 109–117. Available at: https://doi.org/10.1007/978-981-15-0751-9_10.
- Shekhawat, S.S., Shringi, S. and Sharma, H. (2021) ‘Twitter sentiment analysis using hybrid Spider Monkey optimization method’, *Evolutionary Intelligence*, 14(3), pp. 1307–1316. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12065-019-00334-2>.
- Shelemo, A.A. (2023) ‘No Title’, *Nucl. Phys.*, 13(1), pp. 104–116.
- Swami, V., Kumar, S. and Jain, S. (2018) ‘An improved spider monkey optimization algorithm’, in *Soft Computing: Theories and Applications: Proceedings of SoCTA 2016, Volume 1*. Springer, pp. 73–81.
- Taufik, A. *et al.* (2022) ‘Aplikasi Drone Untuk Pengantaran Barang Dengan Kontrol Otomatis’, *Prosiding 6th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, p. 156.
- Tomar, A.S., Dubey, H.M. and Pandit, M. (2019) ‘Spider monkey optimization for economic dispatch with diverse cost function’, *Proceedings of the 9th International Conference On Cloud Computing, Data Science and Engineering, Confluence 2019*, 1(6), pp. 349–354. Available at: <https://doi.org/10.1109/CONFLUENCE.2019.8776914>.