

Sistem Pencarian Rute untuk Salesman menggunakan metode Saving Matrix dengan Harmony Search pada Android

Lukas Fernando Hunggiyanto, Kartika Gunadi, Anita Nathania Purbowo

Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121-131 Surabaya 60236

Telp. (031)-2983455, Fax. (031)-8417658

E-mail: lukasfernando53@gmail.com, kgunadi@petra.ac.id, anita.nathania@petra.ac.id

ABSTRAK

Teknologi berkembang dengan sangat cepat. Penggunaan *smartphone* menjadi salah satu dari kebutuhan untuk melakukan berbagai macam hal. Sebagian besar pengguna *smartphone* saat ini menggunakan Android karena harganya yang lebih terjangkau. Teknologi *Global Positioning System* (GPS) yang sudah semakin mudah digunakan sekarang diterapkan diberbagai hal. Salah satu penerapannya digunakan untuk tracking suatu alat.

Pada PT.X teknologi ini digunakan untuk melakukan peninjauan produk pada *after-sales* nya. Sales pada PT.X memiliki tugas yang sudah dibagikan oleh supervisornya untuk melakukan identifikasi produk yang sudah dipasang GPS. Produk yang perlu diidentifikasi tersebar luas di Indonesia. Pada penelitian ini digunakan metode *saving matrix* yang disempurnakan dengan *harmony search* untuk menghasilkan rute perjalanan terpendek. Pada pengujian akan dibandingkan antara *saving matrix* saja, *hamony search* saja, dan *saving matrix* dengan *harmony search*.

Hasil yang didapatkan semua fitur dapat berjalan dengan baik. Perhitungan rute menggunakan metode *saving matrix* dengan *harmony search* mendapatkan hasil pengujian pada area 1 dengan jumlah titik tujuan 34 titik, rata-rata penghematan 4.163% sedangkan pada area 2 dengan jumlah titik tujuan 38 titik mendapatkan rata-rata penghematan 1.789%.

Kata Kunci: Android, GPS, saving matrix, harmony search

ABSTRACT

Technology is growing at faster rate. Smartphone usage becomes one of the requirements to do many kinds of things. The majority of smartphone users currently using Android because it has a affordable price. Global Positioning System Technology (GPS) nowadays is easy to use can be applied to many things. One of them is application of tracking device.

In the PT. X, this technology can be used to do product review after-sales. Sales at the PT. X has a job that has been given by their supervisor to do product identification for their installed GPS device. This product that need to be identified is widely spread in Indonesia. For this research, they are using perfected saving matrix method using harmony search to produce short distance travel. At testing it will be compared between only saving matrix, harmony search, and both of the saving matrix and harmony search.

The results obtained all the features can run well. The route calculation using the saving matrix method with harmony search gets test results in area 1 with 34 destination points, the average saving is 4.163%, while in area 2 with 38 destination points, the average savings is 1.789%.

Keywords: Android, GPS, Saving matrix, Harmony search.

1. PENDAHULUAN

Setiap perusahaan perdagangan memiliki salesman untuk melakukan kegiatan bisnisnya. GPS (*Global Positioning System*) diciptakan untuk mendapatkan titik koordinat suatu target pada peta. Pada perusahaan perdagangan mesin, saat ini telah dilengkapi dengan adanya *GPS tracker* untuk membantu proses identifikasi mesin tersebut. Identifikasi mesin tersebut akan digunakan untuk mendukung *after sales*. Mesin yang sudah tersebar ini sudah dipasang *GPS tracker* agar dapat terlacak lokasinya. Banyaknya mesin yang tersebar ini menyebabkan salesman kesusahan karena terbatasnya jumlah salesman yang ada. Satu salesman dapat memiliki beberapa *customer* dalam satu area. Setiap satu customer juga dapat memiliki beberapa mesin yang tersebar. Area bisa terdiri dari 2-3 kota yang berdampingan. Pembagian area akan ditentukan oleh supervisor.

Satu salesman akan pergi ke banyak tujuan yang nantinya akan kembali lagi ke tempat awal. Salesman juga hanya perlu pergi ke tempat tujuan sekali. Hal ini sesuai dengan Travelling Salesman Problem yang sebelumnya pernah diselesaikan menggunakan metode *saving matrix*. Metode ini berguna untuk menentukan rute terpendek agar dapat mengurangi waktu perjalanan selama berkeliling melakukan pengecekan. Selama berkeliling biasanya salesman juga dapat pergi ke tempat yang tidak sesuai rute sehingga dapat menghabiskan waktu lebih lama dan dapat merugikan perusahaan.

Pada Skripsi ini akan dibuat sebuah sistem dengan penggabungan *saving matrix* dan *harmony search*. Proses pengerjaannya adalah data yang sudah diinput akan diproses terlebih dahulu menggunakan *saving matrix* kemudian akan dioptimalkan menggunakan *harmony search* untuk mendapatkan rute paling optimal. Data yang akan dibandingkan adalah jarak dari rute yang dihasilkan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Saving Matrix

Metode yang digunakan untuk menentukan rute distribusi produk ke wilayah pemasaran dengan cara menentukan rute distribusi yang harus dilalui dan jumlah kendaraan berdasarkan kapasitas dari kendaraan tersebut agar diperoleh rute terpendek dan biaya transportasi yang minimal. Menurut Yuniarti, R., & M. A. [5] Rumus yang digunakan untuk menentukan *Saving Matrix Algorithm* untuk mengetahui jumlah penghematan jarak rute distribusi seperti pada persamaan 1:

$$S(x, y) = \text{Dist}(p,x) + \text{Dist}(p,y) - \text{Dist}(p,x,y) \quad (1)$$

$$\text{Dist}(p,x) = Vp \cdot x \cdot 2$$

$$\text{Dist}(p,y) = Vp \cdot y \cdot 2$$

$$\text{Dist}(x,y)=Vp.x + Vx.y + Vp.y$$

Dimana:

- $S(x,y)$ = nilai saving matriks algorithm atau jarak yang dihemat.
- $\text{Dist}(p,x)$ = perjalanan dari pusat ke titik x.
- $\text{Dist}(p,y)$ = perjalanan dari pusat ke titik y.
- $\text{Dist}(p,x,y)$ = perjalanan dari pusat ke titik x dan titik y.
- $Vp.x$ = jarak titik pusat ke titik x
- $Vp.y$ = jarak titik pusat ke titik y
- $Vx.y$ = jarak titik x ke titik y

Tinjauan studi yang digunakan untuk mendalami saving matrix adalah Penentuan Rute Optimal pada Pengangkutan Sampah di Kota Palembang dengan Menggunakan Metode Saving Matrix[2].

2.2 Harmony Search

Harmony Search (HS) adalah algoritma optimasi metaheuristik berbasis populasi. Algoritma HS terinspirasi dari harmoni musik. Harmoni musik adalah kombinasi dari suara yang dianggap menyenangkan dari sudut pandang estetika. Pertunjukan musik mencari kondisi terbaik yang ditentukan oleh estimasi estetika, dimana algoritma optimasi mencari kondisi terbaik (global optimum – biaya minimal atau keuntungan maksimal atau efisiensi) yang ditentukan oleh evaluasi fungsi objektif[4]. Untuk mencari global optimum, HS menginisiasi sebuah parameter yaitu *Harmony Memory Considering Rate* (HMCR) yang memiliki range antara 0 sampai 1. Jika sebuah nilai yang dihasilkan seragam antara 0 sampai 1 di atas nilai HMCR sekarang, maka HS mencari not secara acak di dalam range yang dapat dimainkan tanpa memperdulikan HM. Untuk memperbaiki solusi dan keluar dari *local optima*, dimunculkan opsi lain yang meniru *pitch adjustment* dari tiap instrumen. Untuk komputasi, mekanisme *pitch adjustment* dirancang seperti berpindah ke *neighboring values* di dalam range dari nilai yang memungkinkan menggunakan *Pitch Adjusting Rate* (PAR). Berikut penjelasan lengkap Algoritma *Harmony Search* berdasarkan Gunawan, K. S., Handoyo, A., & Octavia, T. (2020)[1] Menginisialisasi masalah dan algoritma Pertama, permasalahan optimasi adalah meminimalkan $f(x)$ dimana $Lxi \leq xi \leq Uxi, \forall i \in \{1,2,\dots, N\}$. Parameter algoritma memasukan harmony memory size (HMS), HMCR, PAR, dan jumlah iterasi maksimum (T).

Menginisialisasi HM diisi dengan vektor solusi yang dihasilkan secara acak dan nilai fungsi yang berkaitan dihitung dan disimpan di dalam HM

$$HM = \begin{pmatrix} x_1^1 & x_2^1 & \dots & x_{N-1}^1 & x_N^1 & f(x^1) \\ x_1^2 & x_2^2 & \dots & x_{N-1}^2 & x_N^2 & f(x^2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_1^{HMS-1} & x_2^{HMS-1} & \dots & x_{N-1}^{HMS-1} & x_N^{HMS-1} & f(x^{HMS-1}) \\ x_1^{HMS} & x_2^{HMS} & \dots & x_{N-1}^{HMS} & x_N^{HMS} & f(x^{HMS}) \end{pmatrix}$$

Mengimprovisasi harmony memory Harmoni baru dinyatakan sebagai $x' = [x_1' \ x_2' \ \dots \ x_{N-1}' \ x_N']$ diimprovisasi menggunakan tiga rule: *memory consideration rule*, *pitch adjustment rule*, dan *randomization*. Algoritma mengeksekusinya sebagai berikut: (i) menghasilkan solusi baru dari HM (*memory consideration*); (ii) mengganti variabel keputusan dengan variabel baru yang mendekati variabel saat ini (*pitch adjustment*); (iii) menghasilkan vektor solusi dari random range yang memungkinkan (*random selection*). *Memory consideration* dan *random selection* dilakukan dengan menggunakan HMCR yang ditentukan sebelumnya, dimana $\text{rand}(0,1)$ adalah angka acak yang seragam antara 0 dan 1. Variabel keputusan baru diperlukan untuk menentukan apakah *pitch adjustment* diperlukan atau tidak. Setelah variabel keputusan baru didapatkan dapat dilukan perhitungan berikutnya. Berikut perhitungan HMCR.

If $\text{rand}(0,1) < \text{HMCR}$ then

$$x'_i \leftarrow x'_i \in \{x_1^1, x_2^1, \dots, x_N^{HMS}\} \text{ Else}$$

$$x'_i \leftarrow x'_i \in \{x_{i,\min}, x_{i,\max}\} \text{ End If}$$

Menggunakan nilai PAR, *pitch adjustment* dilakukan seperti berikut:

If $\text{rand}(0,1) < \text{PAR}$ then

$$x'_i \leftarrow x'_i \pm \text{rand}(0,1) \times bw \text{ Else}$$

$$x'_i \leftarrow x'_i \text{ End If}$$

dimana *bw* adalah *bandwidth* yang digunakan untuk *pitch adjustment*. Memperbarui *harmony memory* Harmoni baru, $x' = [x_1' \ x_2' \ \dots \ x_{N-1}' \ x_N']$, dan harmoni terburuk di HM dibandingkan dalam hal *fitness values*. Harmoni yang lebih baik dimasukkan ke dalam HM sedangkan yang terburuk dihilangkan.

Memeriksa kriteria penghentian (*termination*) Iterasi dihitung sejak langkah ketiga hingga langkah kelima. Kriteria penghentian diperiksa pada langkah kelima.

3. ANALISA DAN DESAIN SISTEM

Pada PT.X terdapat beberapa supervisor dan banyak sales yang tersebar ke berbagai cabang. Pada PT.X memiliki 15 sampai 20 orang supervisor. Masing-masing supervisor memiliki 3 sampai 5 orang sales yang dikelola. Penempatan supervisor ditentukan oleh atasannya. Salesman akan melakukan kunjungan ke setiap mesin sesuai dengan area yang ditentukan. Supervisor memiliki atasan yang membagi penempatan supervisornya. Pada PT.X setiap mesin akan dilakukan kunjungan ulang setelah 3 bulan. Agar dapat mengetahui status mesin yang sudah atau belum dikunjungi diperlukan penanda pada database. Untuk mempermudah pekerjaan supervisor, mesin yang berstatus sudah setelah 3 bulan akan berubah secara otomatis berubah menjadi belum. Setiap melakukan kunjungan sales akan melakukan laporan pada supervisornya agar dapat direview oleh supervisornya.

Pada proses manajemen sales pada suatu sistem bisa terjadi masalah seperti sales keluar dari perusahaan, lupa password dan hp hilang. Oleh karena itu dibutuhkan fitur untuk melakukan perubahan data dan penghapusan sales. Pelaporan hasil identifikasi mesin masih dalam bentuk manual sehingga susah untuk melakukan pendataan. Untuk melihat hasil laporan dibutuhkan fitur filter untuk mempermudah dalam melihat laporan yang ada karena setiap hari akan selalu ada laporan dari sales. Fitur filter bisa dibuat bervariasi bisa berdasarkan tanggal, area atau sales yang berada dibawah naungan supervisornya. Permasalahan juga timbul pada proses penempatan sales karena area yang diatur oleh supervisor harus berdekatan agar tidak terjadi perjalanan yang terlalu jauh. Agar penempatan area supervisor tidak berjauhan dibutuhkan pengelompokan area yang diatur oleh atasan dari supervisor sehingga area yang diatur oleh supervisor bisa berdekatan. Untuk mengatasi masalah perubahan data supervisor atasan dari supervisor juga bisa melakukan perubahan data dan penghapusan data karena atasan dari supervisor hanya ada satu orang sedangkan jumlah supervisor ada beberapa orang.

Aplikasi ini dikembangkan untuk melakukan pencarian rute optimal untuk melakukan perjalanan ke beberapa tujuan. Proses utama yang dilakukan pada penelitian ini ada proses pencarian jarak ke tujuan menggunakan metode *saving matrix* kemudian dibandingkan dengan *saving matrix* yang diolah lagi menggunakan metode *harmony search* dan didukung proses tambahan yang dilakukan sebelum melakukan proses pencarian dan perbandingan

data, yaitu proses data lokasi tujuan menjadi beberapa area. Untuk melakukan proses perhitungan *saving matrix* dan *harmony search* dibutuhkan Maps API, Direction API dan Distance Matrix API yang disediakan oleh Google. Hasil dari API google berupa JSON yang membuat program membutuhkan library untuk mengola data dari api yaitu Retrofit. Database yang digunakan adalah Firebase. Firebase merupakan database yang fleksibel dan skalabel untuk pengembangan seluler, web, dan server di Firebase dan Google Cloud Platform[1].

3.1 Login Supervisor dan Admin

Login Supervisor memiliki banyak pilihan yang bisa dilakukan. Supervisor dapat melakukan add user/sales karena login id hanya diberikan kepada orang yang memiliki akses di perusahaan. Menu *Assign user/sales* berupa tampilan map, untuk memilih area agar sales dapat ditugaskan untuk melakukan identifikasi. Menu laporan berupa laporan yang dikirim oleh sales dari data mesin yang sudah diidentifikasi. Untuk *Login Admin* memiliki pilihan yang mirip dengan supervisor tetapi yang diatur bukan sales melainkan supervisor.

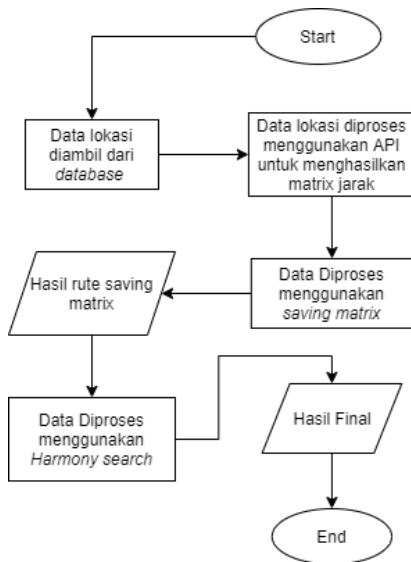
3.2 Login Sales/User

Login Sales dapat melakukan beberapa hal. Sales dapat melihat rute kemana saja tujuan yang harus dikunjungi. Sales juga dapat melakukan laporan dengan mengisi form agar supervisor dapat melihat hasil kerjanya.

3.2.1 Melihat Rute

Sales dapat melihat rute kemana tujuan terdekatnya untuk segera berangkat menuju lokasi. Pada proses ini data tujuan akan diproses menggunakan metode *saving matrix* kemudian diproses lagi menggunakan metode *harmony search* agar hasil perhitungan dapat didapatkan untuk ditampilkan ke map.

3.2.1.1 Proses perhitungan rute



Gambar 1. Flowchart Program

Metode yang akan digunakan pada aplikasi ini adalah Harmony Search dan Saving Matrix. Proses dapat dilihat pada gambar 1.

4. PENGUJIAN SISTEM

Pada perhitungan rute digunakan dua metode yaitu *saving matrix* dan *harmony search*. Pada perhitungan rute ini matrix jarak awal diproses menggunakan *saving matrix* sesuai dengan algoritma dan

rumus *saving matrix* untuk menghasilkan rute awal. Hasil rute awal tadi akan digunakan sebagai pembanding pada saat inisialisasi HM (*Harmony Memory*). Setelah itu dilanjutkan sesuai dengan algoritma *Harmony search*. Parameter awal yang digunakan pada algoritma *Harmony search* sebagai berikut :

- HMCR Min = 0.7
- HMCR Max = 0.9
- PAR Min = 0.1
- PAR Max = 0.5
- Jumlah Iterasi = 300

Pengujian dilakukan menggunakan AVD (*Android Virtual Device*) yang merupakan bagian dari *Android Studio*. Tabel jarak (satuan meter) hasil perbandingan antara *saving matrix*, *saving matrix* dengan *harmony search*, dan *harmony search* di area pertama dengan tujuan 34 titik area yang digunakan adalah Jawa tengah dilakukan sebanyak lima kali sebagai berikut (Tabel 1)

Tabel 1. Tabel perbandingan Jarak Area 1 (Satuan Meter)

Test run ke	Hasil Saving matrix	Hasil Saving matrix + HS	Hasil Harmony search
1	4,624,394 m	4,502,911 m	4,653,585 m
2	4,624,394 m	4,502,028 m	4,612,168 m
3	4,624,394 m	4,510,452 m	4,658,814 m
4	4,624,394 m	4,551,645 m	4,711,500 m
5	4,624,394 m	4,509,689 m	4,540,725 m

Pengujian kedua dilakukan di area dengan jumlah tujuan 38 titik area yang digunakan ini adalah Jawa Barat berikut tabel perbandingan jaraknya (Tabel 2). Proses pengujian juga dilakukan sebanyak lima kali.

Tabel 2. Tabel perbandingan Jarak Area 2 (Satuan meter)

Test run ke	Hasil Saving matrix	Hasil Saving matrix + HS	Hasil Harmony search
1	5,298,186 m	5,298,186 m	5,390,730 m
2	5,298,186 m	5,298,186 m	5,394,723 m
3	5,298,186 m	5,298,186 m	5,325,265 m
4	5,298,186 m	5,298,186 m	5,325,265 m
5	5,298,186 m	5,298,186 m	5,322,115 m

Dari 2 pengujian di atas terlihat bahwa *harmony search* memiliki tingkat perubahan hasil yang cukup tinggi dibandingkan dengan *saving matrix* yang selalu memiliki hasil yang stabil sementara *saving matrix* dengan *harmony search* memiliki hasil dengan jarak terpendek karena pada saat awal inisialisasi HM sudah terisi dengan data yang sudah lebih baik dan menghasilkan hasil akhir yang terbaik. Rata-rata penurunannya untuk area 1 adalah 4.163% dan untuk area 2 adalah 1.789%. Data dari tabel rata-rata dapat dilihat secara lengkap pada tabel 3.

Tabel 3. Tabel Rata-rata

Area	Rata-rata Penghematan (meter)
Area 1	196155
Area 2	96537

Selama pengujian dari ke tiga metode yang digunakan *saving matrix* memiliki proses perhitungan paling cepat karena hanya menggunakan sedikit perulangan (*looping*). Sedangkan yang lain memiliki proses perhitungan lebih lama karena terdapat perulangan 300 iterasi untuk mendapatkan hasil yang lebih konstan. Sayangnya hasil yang lebih konstan hanya berlaku di area dengan tujuan sedikit sedangkan *saving matrix* memiliki hasil yang selalu sama. Hal ini juga terjadi karena pada algoritma *harmony search* menggunakan variabel acak yang menghasilkan hasil yang tidak konsisten meski pada *pitch adjustment*-nya dapat memperbaiki hasil akhirnya.

Tabel 4. Tabel Kuisioner

No	Pertanyaan	Nilai					Rata-rata Nilai
		1	2	3	4	5	
1	Apakah aplikasi ini menurut anda sudah berjalan dengan baik?	0	0	0	6	5	4.45
2	Apakah rute yang ditampilkan sesuai dengan harapan anda?	0	0	2	7	2	4
3	Apakah aplikasi ini menurut anda dapat membantu pekerjaan anda?	0	1	1	3	5	3.82
4	Apakah Fitur-fitur pada aplikasi ini berguna untuk mendukung produktifitas?	0	1	3	3	4	3.91
5	Apakah anda bersedia menggunakan aplikasi ini?	0	0	2	6	3	4.09

Untuk melakukan validasi dilakukan survei menggunakan kuisioner ke supervisor di PT.X . Survei dilakukan dengan menggunakan media "Google Form" yang disebar. Survei isi oleh 11 responden disebar mulai tanggal 5 juli 2021 sampai dengan 9 juli 2021. Dari hasil survey (Tabel 4) untuk pertanyaan pertama responden memiliki nilai rata-rata 4.45 yang menunjukan aplikasi berjalan dengan baik. Untuk pertanyaan kedua responden memiliki rata-rata 4 yang menunjukkan hasil sesuai harapan. Pada

pertanyaan ketiga responden memiliki rata-rata 3.82 yang menunjukan aplikasi ini cukup bisa membantu pekerjaan responden. Pada pertanyaan ke-empat mendapat nilai rata-rata 3.92 yang menunjukkan fitur-fitur aplikasi cukup membantu produktifitas. Dan untuk pertanyaan kelima mendapat nilai rata-rata 4.09 yang menunjukkan bahwa responden tertarik untuk menggunakan aplikasi ini.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Aplikasi dapat digunakan oleh supervisor untuk menugaskan sales untuk mengidentifikasi mesin berdasarkan dari hasil tes ujicoba program
- Aplikasi dapat menjalankan semua fitur supervisor
- Aplikasi dapat digunakan sales untuk melihat rute perjalanan
- Aplikasi dapat digunakan sales untuk melaporkan hasil identifikasi
- Aplikasi dapat menjalankan semua fitur admin
- Pengalokasian metode *saving matrix* yang diolah kembali dengan *harmony search* dapat menghasilkan jarak terpendek
- Semakin banyak tujuan semakin banyak waktu perhitungan yang dibutuhkan
- Aplikasi dapat melakukan penghematan jarak hasil *saving matrix* dengan *harmony search* dibandingkan dengan *saving matrix* saja dan *harmony search* untuk area 1 sebesar 4.163% sedangkan untuk area 2 sebesar 1.789%
- Dari kuisioner menunjukkan bahwa aplikasi ini valid dan juga diminati oleh supervisor PT.X

5.2 Saran

- Meningkatkan tampilan *User Interface* aplikasi
- Melakukan perbaikan visualisasi rute
- Mencoba metode lain yang lebih konsisten dalam pencarian rute
- Menambah parameter pengujian seperti waktu.

6. DAFTAR REFERENSI

- [1] Google. 2019. Cloud Firestore. Diambil kembali dari Firebase: <https://firebase.google.com/docs/firestore>
- [2] Gunawan, K. S., Handoyo, A., & Octavia, T. 2020. Aplikasi Rute Picking Order pada Gudang Menggunakan Metode Algoritma Harmony Search. *Jurnal Infra* Vol 8 No 2.
- [3] Indrawati, I., Eliyati, N., & Lukowi, A. 2016. Penentuan Rute Optimal pada Pengangkutan Sampah di Kota Palembang dengan Menggunakan Metode Saving Matrix. *Jurnal Penelitian Sains* Vol 18, No 3 (2016)
- [4] Kevin, 2017. Penerapan harmony search algorithm untuk menyelesaikan kasus asymmetric traveling salesman problem
- [5] Yuniarti, R., & M. A. 2013. Penerapan Metode Saving Matrix Dalam Penjadwalan Dan Penentuan Rute Distribusi Premium Di SPBU Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol. 4, 17-26