

LAMPIRAN

Sumber Coding

```
import random
from deap import base
from deap import creator
from deap import tools
# from deap import base, creator, tools
import csv

# import data dari excel ke matriks python
with open('Permintaan.csv', 'r') as f:
    reader = csv.reader(f)
    demand_matrix = list(reader)

with open('Matriks Waktu 3.csv', 'r') as f:
    reader = csv.reader(f)
    time_matrix = list(reader)

with open('Matriks Jarak.csv', 'r') as f:
    reader = csv.reader(f)
    distance_matrix = list(reader)

# fungsi untuk routing titik pada individu
def individuToRoute(ind, time_mat, demand_mat):
    route = []
    subRoute = []
    maxTime = 480
    maxDemand = 8000
    demandCustomer = 0
    timeCustomer = 0
    last_cust = 0
    for cust_id in ind:

        demandCustomer = demandCustomer + int(demand_mat[0][cust_id])
        timeCustomer = timeCustomer + int(time_mat[last_cust][cust_id]) +
(int(demand_mat[0][cust_id]) * 0.01)

        if (timeCustomer <= maxTime) and (demandCustomer <= maxDemand):
            subRoute.append(cust_id)
        else:
```

```

        route.append(subRoute)
        subRoute = [cust_id]
        demandCustomer = int(demand_mat[0][cust_id])
        timeCustomer = int(time_mat[last_cust][cust_id])

    last_cust = cust_id

    if subRoute != []:
        route.append(subRoute)

    return route

# fungsi untuk mencari nilai fitness setiap individu
def evalVRP(individual, dist_mat, time_mat, demand_mat):
    routeDistance = 0
    routeTime = 0
    routeDemand = 0
    vehicleCost = 0
    # numberOfVehicles = 4
    route = individuToRoute(individual, time_mat, demand_mat)
    for subRoute in route:
        subRouteTime = 0;
        subRouteDistance = 0
        subRouteDemand = 0
        lastCustomer = 0
        for cust_id in subRoute:
            titik = int(cust_id) - 1
            distance = dist_mat[lastCustomer][titik]
            subRouteDistance = subRouteDistance + int(distance)

            demand = demand_mat[0][titik]
            subRouteDemand = subRouteDemand + int(demand)
            time = int(time_mat[lastCustomer][titik]) + ((float(demand)/8000) * 90) + 15
            subRouteTime = subRouteTime + time

        lastCustomer = titik

    routeDistance = routeDistance + subRouteDistance + int(dist_mat[lastCustomer][0])
    routeTime = routeTime + subRouteTime + float(time_mat[lastCustomer][0]) +
    ((float(demand_mat[0][lastCustomer])/8000) * 90) + 15
    routeDemand = routeDemand + subRouteDemand
    # vehicleCost = vehicleCost + (120 * routeDemand) + (859 * routeDistance)
    vehicleCost = vehicleCost + (859 * routeDistance)

```

```

# totalCost = (vehicleCost * numberOfVehicles)
total = routeDistance + routeTime + routeDemand + vehicleCost
# total = routeDistance + routeTime + routeDemand
fitness = 1.0 / total
return fitness,

# fungsi inverse untuk mutasi
def mutInverseIndexes(individual):
    start, stop = sorted(random.sample(range(len(individual)), 2))
    individual = individual[:start] + individual[stop:start-1:-1] + individual[stop+1:]
    return individual,

# fungsi crossover
def cxPartiallyMatched(ind1, ind2):
    size = min(len(ind1), len(ind2))
    cxpoint1, cxpoint2 = sorted(random.sample(range(size), 2))
    temp1 = ind1[cxpoint1:cxpoint2+1] + ind2
    temp2 = ind1[cxpoint1:cxpoint2+1] + ind1
    ind1 = []
    for x in temp1:
        if x not in ind1:
            ind1.append(x)
    ind2 = []
    for x in temp2:
        if x not in ind2:
            ind2.append(x)
    return ind1, ind2

def count_distance(rute, dist_mtx):
    last = 0
    total_distance = 0
    for customer_id in rute:
        total_distance = total_distance + int(dist_mtx[last][customer_id])
        last = customer_id

    total = total_distance + int(dist_mtx[last][0])
    return total

def count_cost(total_distance):

```

```

total_cost = total_distance * 859
# totalCost = (total)
return total_cost

def count_time(rute, time_mtx, dem_mtx):
    last = 0
    total = 0
    for customer_id in rute:
        total = total + float(time_mtx[last][customer_id]) +
        ((float(dem_mtx[0][customer_id])/8000) * 90) + 15
        last = customer_id
    total = total + float(time_mtx[last][0])
    return total

def count_demand(rute, dem_mtx):
    last = 0
    total_demand = 0
    for cust_id in rute:
        total_demand = total_demand + int(dem_mtx[0][cust_id])
        last = cust_id

    return total_demand

def print_schedule(rute, distance_matrix, time_matrix, demand_matrix):
    # # penjadwalan kendaraan dan hari
    kendaraan = []
    pengiriman = []
    load = 4
    for sub in rute:
        # demand_sub = count_demand(sub, demand_mat)
        if load > 0:
            kendaraan.append(sub)
            load -= 1
        elif load == 0:
            pengiriman.append(kendaraan)
            kendaraan = [sub]
            load = 3

    if kendaraan != []:
        pengiriman.append(kendaraan)
    # menampilkan data

```

```

i = 1
for day in pengiriman:
    print(" ")
    print("Hari ", i)
    j = 1
    for kendaraan in day:
        jarak = count_distance(kendaraan, distance_matrix)
        kapasitas = count_demand(kendaraan, demand_matrix)
        print(" ")
        print(" Kendaraan : ", j)
        print(" Rute   : ", kendaraan)
        print(" Distance : ", jarak)
        print(" Time    : ", count_time(kendaraan, time_matrix, demand_matrix))
        print(" Kapasitas  : ", kapasitas)
        print(" Cost    : Rp.", count_cost(jarak))
        j += 1
    i += 1
    print(" ")
    print("-----")

```

inialisasi individu

```

creator.create("FitnessMin", base.Fitness, weights=(-1.0,))
creator.create("Individual", list, fitness=creator.FitnessMin)

```

jumlah gen dalam individu / jumlah titik

```

ind_size = 41

```

```

toolbox = base.Toolbox()

```

Attribute generator

```

toolbox.register("attr_bool", random.sample, range(1, ind_size + 1), ind_size)

```

Structure initializers

```

toolbox.register("individual", tools.initIterate, creator.Individual, toolbox.attr_bool)

```

```

toolbox.register("population", tools.initRepeat, list, toolbox.individual)

```

menginisialisasi fungsi evaluasi, seleksi, crossover, dan mutasi

```

toolbox.register("evaluate", evalVRP, dist_mat=distance_matrix,
time_mat=time_matrix, demand_mat=demand_matrix)

```

```

toolbox.register("select", tools.selRoulette)

```

```

toolbox.register("mate", cxPartialyMatched)

```

```

toolbox.register("mutate", mutInverseIndexes)

```

```

# ind = toolbox.individual()
# print(ind)
# fungsi utama algoritma genetika
def doTheEvolution(n, CXPB, MUTPB, NGEN):
    # membuat populasi
    pop = toolbox.population(n)
    # menghitung nilai fitness untuk semua individu dalam populasi
    fitnesses = list(map(toolbox.evaluate, pop))
    for ind, fit in zip(pop, fitnesses):
        ind.fitness.values = fit
    # memulai evolusi
    for g in range(NGEN):
        print('-- Generation {} --'.format(g))
        # Select the next generation individuals
        offspring = toolbox.select(pop, len(pop))
        # Clone the selected individuals
        offspring = list(map(toolbox.clone, offspring))

        father = offspring[::2]
        mother = offspring[1::2]
        print("father : {}".format(father))
        print("mother : {}".format(mother))

        # Apply crossover and mutation on the offspring
        for child1, child2 in zip(offspring[::2], offspring[1::2]):
            if random.random() < CXPB:
                toolbox.mate(child1, child2)
                del child1.fitness.values
                del child2.fitness.values

        # menampilkan hasil crossover
        print("Hasil Crossover : ", offspring)

        for mutant in offspring:
            if random.random() < MUTPB:
                toolbox.mutate(mutant)
                del mutant.fitness.values

        print("Hasil Mutasi : ", mutant)

    # Evaluate the individuals with an invalid fitness
    invalid_ind = [ind for ind in offspring if not ind.fitness.valid]
    fitnesses = map(toolbox.evaluate, invalid_ind)
    for ind, fit in zip(invalid_ind, fitnesses):

```

```

        ind.fitness.values = fit

# The population is entirely replaced by the offspring
pop[:] = offspring

best_ind_gen = tools.selBest(offspring, 1)[0]
print("Best Individual : {}".format(best_ind_gen))
print('Fitness: {}'.format(best_ind_gen.fitness.values[0]))
# mengubah individu terbaik menjadi rute
rute_gen = individuToRoute(best_ind_gen, time_matrix, demand_matrix)
print("Rute : ", rute_gen)

print_schedule(rute_gen, distance_matrix, time_matrix, demand_matrix)

# fits = [ind.fitness.values[0] for ind in pop]
# length = len(pop)
# mean = sum(fits) / length
# sum2 = sum(x * x for x in fits)
# std = abs(sum2 / length - mean ** 2) ** 0.5
# print(' Min {}'.format(min(fits)))
# print(' Max {}'.format(max(fits)))
# print(' Avg {}'.format(mean))
# print(' Std {}'.format(std))

return pop

pop = doTheEvolution(410, 0.6, 0.001, 1000)
# for route in pop:
#     print(route)
# mendapatkan individu terbaik dari populasi hasil algoritma
best_ind = tools.selBest(pop, 1)[0]
print("Best Individual : ", best_ind)
print('Fitness: {}'.format(best_ind.fitness.values[0]))
# mengubah individu terbaik menjadi rute
rute = individuToRoute(best_ind, time_matrix, demand_matrix)
print("Rute : ", rute)
print_schedule(rute, distance_matrix, time_matrix, demand_matrix)

```


Hasil Mutasi : [14, 7, 19, 25, 13, 30, 37, 4, 40, 36, 20, 3, 9, 11, 15, 31, 39, 8, 41, 21, 1, 24, 32, 16, 33, 2, 12, 18, 23, 28, 29, 26, 6, 5, 17, 38, 35, 10, 34, 27, 22]

Best Individual : [14, 7, 19, 25, 13, 30, 37, 4, 40, 36, 20, 3, 9, 11, 15, 31, 39, 8, 41, 21, 1, 24, 32, 16, 33, 2, 12, 18, 23, 28, 29, 26, 6, 5, 17, 38, 35, 10, 34, 27, 22]

Fitness: 3.554710712989949e-08

Rute : [[14, 7, 19], [25, 13], [30], [37], [4], [40, 36], [20, 3], [9], [11], [15, 31, 39], [8, 41], [21], [1], [24, 32], [16, 33], [2, 12, 18], [23, 28, 29], [26, 6], [5, 17], [38, 35], [10, 34, 27, 22]]

Hari 1

Kendaraan : 1

Rute : [14, 7, 19]

Distance : 148

Time : 389.0

Kapasitas : 8000

Cost : Rp. 127132

Kendaraan : 2

Rute : [25, 13]

Distance : 124

Time : 320.125

Kapasitas : 6500

Cost : Rp. 106516

Kendaraan : 3

Rute : [30]

Distance : 36

Time : 163.375

Kapasitas : 7500

Cost : Rp. 30924

Kendaraan : 4

Rute : [37]

Distance : 258

Time : 169.875

Kapasitas : 1500

Cost : Rp. 221622

Hari 2

Kendaraan : 1

Rute : [4]

Distance : 304

Time : 501.75

Kapasitas : 7000

Cost : Rp. 261136

Kendaraan : 2

Rute : [40, 36]

Distance : 155

Time : 383.5

Kapasitas : 6000

Cost : Rp. 133145

Kendaraan : 3

Rute : [20, 3]
Distance : 274
Time : 468.1875
Kapasitas : 3750
Cost : Rp. 235366

Kendaraan : 4
Rute : [9]
Distance : 298
Time : 440.75
Kapasitas : 3000
Cost : Rp. 255982

Hari 3

Kendaraan : 1
Rute : [11]
Distance : 26
Time : 141.885
Kapasitas : 7012
Cost : Rp. 22334

Kendaraan : 2
Rute : [15, 31, 39]
Distance : 89
Time : 274.375

Kapasitas : 7500

Cost : Rp. 76451

Kendaraan : 3

Rute : [8, 41]

Distance : 379

Time : 581.125

Kapasitas : 6500

Cost : Rp. 325561

Kendaraan : 4

Rute : [21]

Distance : 78

Time : 170.75

Kapasitas : 3000

Cost : Rp. 67002

Hari 4

Kendaraan : 1

Rute : [1]

Distance : 296

Time : 534.375

Kapasitas : 3500

Cost : Rp. 254264

Kendaraan : 2
Rute : [24, 32]
Distance : 100
Time : 274.5825
Kapasitas : 6274
Cost : Rp. 85900

Kendaraan : 3
Rute : [16, 33]
Distance : 269
Time : 545.9375
Kapasitas : 5950
Cost : Rp. 231071

Kendaraan : 4
Rute : [2, 12, 18]
Distance : 173
Time : 399.4375
Kapasitas : 6350
Cost : Rp. 148607

Hari 5

Kendaraan : 1
Rute : [23, 28, 29]
Distance : 418

Time : 726.25
Kapasitas : 7400
Cost : Rp. 359062

Kendaraan : 2
Rute : [26, 6]
Distance : 188
Time : 387.75
Kapasitas : 7000
Cost : Rp. 161492

Kendaraan : 3
Rute : [5, 17]
Distance : 156
Time : 365.635
Kapasitas : 6012
Cost : Rp. 134004

Kendaraan : 4
Rute : [38, 35]
Distance : 47
Time : 205.0
Kapasitas : 8000
Cost : Rp. 40373

Hari 6

Kendaraan : 1
Rute : [10, 34, 27, 22]
Distance : 174
Time : 423.3125
Kapasitas : 6250
Cost : Rp. 149466

Best Individual : [14, 7, 19, 25, 13, 30, 37, 4, 40, 36, 20, 3, 9, 11, 15, 31, 39, 8, 41, 21, 1, 24, 32, 16, 33, 2, 12, 18, 23, 28, 29, 26, 6, 5, 17, 38, 35, 10, 34, 27, 22]

Fitness: 3.554710712989949e-08

Rute : [[14, 7, 19], [25, 13], [30], [37], [4], [40, 36], [20, 3], [9], [11], [15, 31, 39], [8, 41], [21], [1], [24, 32], [16, 33], [2, 12, 18], [23, 28, 29], [26, 6], [5, 17], [38, 35], [10, 34, 27, 22]]

Hari 1

Kendaraan : 1
Rute : [14, 7, 19]
Distance : 148
Time : 389.0
Kapasitas : 8000
Cost : Rp. 127132

Kendaraan : 2
Rute : [25, 13]
Distance : 124
Time : 320.125
Kapasitas : 6500

Cost : Rp. 106516

Kendaraan : 3

Rute : [30]

Distance : 36

Time : 163.375

Kapasitas : 7500

Cost : Rp. 30924

Kendaraan : 4

Rute : [37]

Distance : 258

Time : 169.875

Kapasitas : 1500

Cost : Rp. 221622

Hari 2

Kendaraan : 1

Rute : [4]

Distance : 304

Time : 501.75

Kapasitas : 7000

Cost : Rp. 261136

Kendaraan : 2

Rute : [40, 36]
Distance : 155
Time : 383.5
Kapasitas : 6000
Cost : Rp. 133145

Kendaraan : 3
Rute : [20, 3]
Distance : 274
Time : 468.1875
Kapasitas : 3750
Cost : Rp. 235366

Kendaraan : 4
Rute : [9]
Distance : 298
Time : 440.75
Kapasitas : 3000
Cost : Rp. 255982

Hari 3

Kendaraan : 1
Rute : [11]
Distance : 26
Time : 141.885

Kapasitas : 7012

Cost : Rp. 22334

Kendaraan : 2

Rute : [15, 31, 39]

Distance : 89

Time : 274.375

Kapasitas : 7500

Cost : Rp. 76451

Kendaraan : 3

Rute : [8, 41]

Distance : 379

Time : 581.125

Kapasitas : 6500

Cost : Rp. 325561

Kendaraan : 4

Rute : [21]

Distance : 78

Time : 170.75

Kapasitas : 3000

Cost : Rp. 67002

Hari 4

Kendaraan : 1
Rute : [1]
Distance : 296
Time : 534.375
Kapasitas : 3500
Cost : Rp. 254264

Kendaraan : 2
Rute : [24, 32]
Distance : 100
Time : 274.5825
Kapasitas : 6274
Cost : Rp. 85900

Kendaraan : 3
Rute : [16, 33]
Distance : 269
Time : 545.9375
Kapasitas : 5950
Cost : Rp. 231071

Kendaraan : 4
Rute : [2, 12, 18]
Distance : 173
Time : 399.4375
Kapasitas : 6350
Cost : Rp. 148607

Hari 5

Kendaraan : 1

Rute : [23, 28, 29]

Distance : 418

Time : 726.25

Kapasitas : 7400

Cost : Rp. 359062

Kendaraan : 2

Rute : [26, 6]

Distance : 188

Time : 387.75

Kapasitas : 7000

Cost : Rp. 161492

Kendaraan : 3

Rute : [5, 17]

Distance : 156

Time : 365.635

Kapasitas : 6012

Cost : Rp. 134004

Kendaraan : 4

Rute : [38, 35]

Distance : 47

Time : 205.0

Kapasitas : 8000

Cost : Rp. 40373

Hari 6

Kendaraan : 1

Rute : [10, 34, 27, 22]

Distance : 174

Time : 423.3125

Kapasitas : 6250

Cost : Rp. 149466

Process finished with exit code 0

Daftar Pertanyaan Wawancara

1. Berapa jumlah dan variasi produk agroindustri yang didistribusikan?
2. Di mana sajakah tujuan distribusi yang dilakukan oleh PT Kaha Indonesia?
3. Di mana alamat detail tujuan distribusi PT Kaha Indonesia?
4. Berapa jarak dan waktu tempuh untuk mencapai lokasi distribusi dari PT Kaha Indonesia?
5. Pada proses pengiriman, waktu apa sajakah yang dibebankan? (selain waktu tempuh)
6. Berapa lamakah waktu yang dibutuhkan dalam proses *loading-unloading* barang?
7. Bagaimana status dan ukuran alat transportasi PT Kaha Indonesia?
8. Apa bahan bakar yang digunakan untuk setiap alat transportasi? Bagaimana rasio penggunaan bahan bakar tersebut?
9. Bagaimana pengelolaan untuk masing-masing alat transportasi yang digunakan? Apakah setiap alat transportasi memiliki penanggung jawab (*driver*)?
10. Berapa rata-rata kecepatan yang digunakan oleh alat transportasi pada saat proses pendistribusian barang ke pelanggan?
11. Bagaimana alur pemesanan hingga proses pengiriman yang dilakukan oleh pelanggan ke PT Kaha Indonesia pada saat ini?
12. Apakah ada batasan tertentu yang harus dipenuhi pada saat pendistribusian ke pelanggan?
13. Selama ini, bagaimana penentuan biaya distribusi yang ditetapkan oleh PT Kaha Indonesia?

USULAN PERBAIKAN PADA PERMASALAHAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOWS* DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA UNTUK PENENTUAN RUTE OPTIMUM (Studi Kasus: PT Kaha Indonesia Pati)

Arina Nur Laili¹⁾, Nurwidiana, ST., MT.²⁾, Irwan Sukendar ST., MT.²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Industri UNISSULA

²⁾ Dosen Teknik Industri UNISSULA

Email: arinanurlaili@std.unissula.ac.id

Abstrak - PT Kaha Indonesia merupakan perusahaan yang memproduksi produk-produk agroindustri dan bahan bangunan. Selain itu, perusahaan juga melakukan distribusi ke 41 titik pelanggan. Pada saat ini, pertimbangan pengiriman dalam rute distribusi yang dilakukan hanya berdasarkan keterbatasan kapasitas, volume barang yang diangkut, dan berdasarkan intuisi driver tanpa mempertimbangkan jarak tempuh sehingga biaya distribusi yang dikeluarkan belum minimal. Selain itu, waktu pendistribusian barang yang harus disesuaikan dengan jam buka pelanggan (*time windows*) yang dimulai dari pukul 08.00-16.00 WIB pada setiap hari kerja. Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan perbaikan terkait permasalahan yang melibatkan rute kendaraan yang melayani pelanggan yang tersebar diberbagai titik lokasi dengan permintaan yang berbeda-beda atau biasa disebut dengan *vehicle routing problem (VRP)* dengan tujuan memberikan usulan perbaikan jalur distribusi yang optimal untuk mengurangi biaya transportasi serta meningkatkan efisiensi pengiriman produk. Data yang dibutuhkan terkait data jarak, permintaan, kapasitas armada dan biaya distribusi yang berupa biaya bahan bakar. Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan penentuan rute baru menghasilkan penerunan jarak tempuh sebesar 17.21%, penurunan waktu distribusi sebesar 50% dan penurunan biaya distribusi sebesar 17.21%.

Kata kunci: *Distribusi, PT Kaha Indonesia, time windows, vehicle routing problem*

Abstract - PT Kaha Indonesia is one of the companies that produce agroindustry product and building materials. In addition to production activities, the company also distributes the products the customers. The distribution area for agroindustry products has been reached 41 spots. The process of the shipping that carried out by the company is based on the time of ordering that finished by customers and the large of the customer's demand. Beside of that, the distribution's items that did by the company should also be adjusted to the time windows that beginning from 08.00-16.00 each of workday. Based on it is descriptions, therefore improvement is needed related to the routes that spread to various places which have different amount in demand or also known as *vehicle routing problem (VRP)* in order to give a proposed improvement on the distribution channels to reduce transportation costs and improve product shipping efficiency at PT Kaha Indonesia. The required data that include includes mileage, demand, transporter capacity, and distribution cost (fuel). According to the data processed by the new routes, it reduced the mileage and cost distribution by 17,21% and also saved up to 50% of distribution time.

Keywords: *Distribution, PT Kaha Indonesia, time windows, vehicle routing problem*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Industri yang terus berkembang mendorong penyedia produk atau jasa untuk terus meningkatkan kemampuan layanan dengan menjaga kualitas dan menyediakan produk atau jasa secara cepat dan mudah. Hal tersebut dapat

didukung dengan adanya sistem distribusi yang baik.

PT Kaha Indonesia merupakan perusahaan yang memproduksi produk-produk agroindustri dan bahan bangunan. Selain kegiatan produksi. Selain itu, perusahaan juga melakukan kegiatan usaha berupa distribusi produk. Wilayah distribusi untuk

hasil agroindustri PT Kaha Indonesia, hingga saat ini yaitu 41 titik pelanggan (agen) yang meliputi kabupaten Pati, Rembang, Jepara, Purwodadi, Tuban dan Blora.

Pada saat ini, pertimbangan pengiriman dalam rute distribusi yang dilakukan oleh PT Kaha Indonesia hanya berdasarkan keterbatasan kapasitas, volume barang yang diangkut, dan berdasarkan intuisi *driver* tanpa mempertimbangkan jarak tempuh. Sehingga berdasarkan hal tersebut, belum diketahui apakah biaya distribusi yang berupa biaya bahan bakar yang dikeluarkan saat ini sudah minimal atau belum, karena biaya tersebut terkait dengan jarak tempuh yang digunakan. Proses pengiriman yang dilakukan oleh perusahaan berdasarkan pada waktu pemesanan yang dilakukan oleh pelanggan dan besar permintaan pelanggan. Karena jumlah permintaan yang berbeda, ada kalanya truk yang dimiliki perusahaan sebesar 4 armada dengan kapasitas masing-masing 8ton (8000 kg) tidak mencukupi atau tidak digunakan secara penuh. Jumlah permintaan yang berbeda juga berpengaruh terhadap waktu *loading-unloading* barang. Akibatnya, perusahaan masih menemui kesulitan dalam waktu pengiriman barang ke pelanggan. Selain itu, waktu pendistribusian barang yang dilakukan oleh perusahaan juga harus disesuaikan dengan jam buka pelanggan (*time windows*) yang dimulai dari pukul 08.00-16.00 WIB pada setiap hari kerja.

Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan perbaikan terkait permasalahan yang melibatkan rute kendaraan yang melayani pelanggan yang tersebar diberbagai titik lokasi dengan permintaan yang berbeda-beda atau biasa disebut dengan *vehicle routing problem* (VRP). Oleh karena itu, akan dilakukan penelitian terkait permasalahan tersebut dengan membuat usulan rute distribusi yang optimal untuk mengurangi biaya transportasi serta meningkatkan efisiensi pengiriman barang pada wilayah distribusi PT Kaha Indonesia.

1.2 Perumusan Masalah

Menentukan jalur distribusi yang optimal berdasarkan rute pendistribusian produk ke semua

pelanggan supaya dapat meminimasi biaya bahan bakar, yang dimulai dari depot awal dan berakhir di depot awal pula.

1.3 Tujuan Penelitian

Memberikan usulan perbaikan jalur distribusi yang optimal untuk mengurangi biaya transportasi serta meningkatkan efisiensi pengiriman produk pada PT Kaha Indonesia.

2. Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka yang digunakan untuk penelitian ini yaitu terkait vrp beserta jenis dan solusinya. Literatur tersebut berguna sebagai bahan acuan untuk menetapkan hipotesis penelitian. Berdasarkan dari tinjauan yang digunakan, dapat dinyatakan bahwa penggunaan algoritma genetika dapat digunakan sebagai cara dalam menyelesaikan permasalahan vrp dengan baik.

2.2 Landasan Teori

a. *Supply Chain Management*

Supply chain management adalah hubungan timbal balik antara penyedia dan pelanggan untuk menyampaikan nilai-nilai yang sangat optimal kepada pelanggan dengan biaya yang cukup rendah namun memberikan keuntungan *supply chain* secara menyeluruh (Christopher, 2011).

b. *Vehicle Routing Problem*

Vehicle routing problem merupakan permasalahan mencari rute optimal yang digunakan oleh sekelompok kendaraan untuk melayani sekelompok pengguna yang letaknya tersebar dan memiliki jumlah permintaan yang berbeda-beda. Penentuan sebuah set rute di mana setiap rute tersebut dilakukan oleh sebuah kendaraan yang memulai perjalanan dari depot dan kembali lagi ke depot untuk memenuhi permintaan konsumen tanpa melanggar batasan-batasan yang ditetapkan serta dapat meminimasi biaya transportasi (Toth & Vigo, 2002).

c. Algoritma Genetika

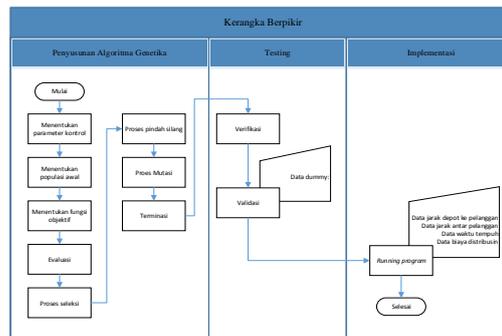
Algoritma merupakan kumpulan perintah yang dapat digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah dalam bidang matematika dan komputasi. Algoritma genetika pada prinsipnya menirukan teori evolusi dari Charles Darwin dalam memilih anggota populasi melalui seleksi alam. Istilah-istilah yang digunakan dalam algoritma genetika seperti kromosom, persilangan, mutasi, dan juga prosesnya yang menirukan evolusi berdasarkan seleksi alam menunjukkan bahwa algoritma genetika adalah salah satu bentuk algoritma metaheuristik yang terinspirasi dari alam, seklaigus telah teruji efektivitasnya (Wibisono, 2018). Berikut ini adalah penyusunan algoritma genetika: 1)Menentukan parameter kontrol 2)Membangkitkan populasi awal 3)Menentukan fungsi objektif 4)Tahap evaluasi 5)Seleksi 6)Pindah silang 7)Mutasi 8)Terminasi.

2.3 Hipotesa dan Kerangka Teori

Hipotesa berdasarkan penelitian sebelumnya, yaitu sebagai berikut:

4. Permasalahan VRPTW merupakan kategori *NP-hard*, sehingga penyelesaian permasalahan dengan solusi eksak sangat tidak efisien. Sedangkan, apabila menggunakan metode heuristik bisa didapatkan hasil komputasi yang lebih cepat dengan konsekuensi mengurangi keakuratan hasil solusi.
5. Pengembangan dari metode heuristik adalah metode metaheuristik. Metode metaheuristik dianggap dapat menghasilkan solusi yang lebih optimal, karena pencarian solusi dapat keluar dari solusi yang sifatnya lokal optimal sehingga dapat dihasilkan solusi yang sifatnya global optimal.
6. Algoritma Genetika merupakan salah satu metode metaheuristik. Sehingga, metode ini lebih baik dalam penyelesaian permasalahan kompleks dan lebih efisien mengeksplorasi ruang keputusan.

Kerangka Berpikir

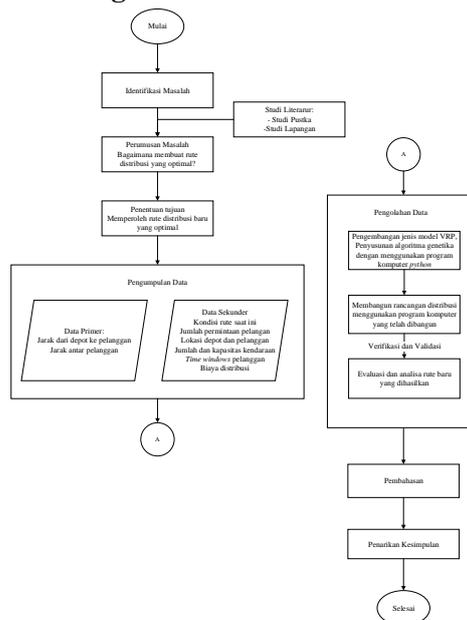


3. Metode Penelitian

3.1 Pengujian Hipotesa

Pengujian hipotesa pada penelitian ini yaitu mengidentifikasi apakah penggunaan metode algoritma genetika mampu memberikan solusi rute optimal dalam menyelesaikan permasalahan *vehicle routing problem* yang meliputi optimalisasi jarak tempuh, waktu tempuh, utilitas kendaraan dan penghematan biaya.

3.2 Diagram Alir



4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam melakukan penelitian ini berupa data jarak, yang kemudian dibentuk dalam sebuah matrik jarak dan waktu. Selanjutnya data permintaan, waktu dan kapasitas armada yang tersedia.

4.2 Pengolahan Data

a. Perhitungan Biaya Distribusi Saat Ini

Sistem distribusi yang dilakukan saat ini perlu dilakukan perhitungan biaya distribusi yang akan digunakan untuk dibandingkan dengan biaya distribusi yang dihasilkan setelah perbaikan.

Sebagai contoh, dilakukan pengiriman ke Bu Kus dan Pak Joko dengan total jarak perjalanan pada tanggal tersebut adalah sebagai berikut:

Diketahui:

Total Jarak = (Jarak depot ke pelanggan) + (Jarak pelanggan ke depot)

Biaya bahan bakar/km= Rp859,00

Contoh kunjungan untuk satu titik pelanggan:

Total jarak = (Jarak depot ke pelanggan) + (Jarak pelanggan ke depot) = 152 km + 152 km = 304 km

Biaya Distribusi = (Jarak × Biaya bahan bakar/km) = (304 km × Rp859,00) = Rp261,161.00

Selanjutnya dilakukan cara yang sama untuk setiap pelanggan.

b. Perancangan Rute Pengiriman dengan VRPTW

Perancangan rute pengiriman dengan VRPTW yaitu dengan:

Tujuan: Meminimasi jarak tempuh dan kendaraan yang digunakan.

Kelayakan: VRP dibatasi hal-hal berikut, yaitu: solusi menjadi “layak”, apabila bahwa setiap rute, kendaraan hanya dilayani oleh sebuah kendaraan, kendaraan yang memasuki sebuah titik, harus keluar dari titik tersebut, jumlah permintaan yang dikunjungi tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan yang mengunjungi titik tersebut, dan pengantaran dilakukan dalam *time windows* pelanggan.

Fungsi Tujuan

$$\text{Min} \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N \sum_{k=1}^K C_{ij} x_{ijk}$$

Kendala:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K x_{ijk} = 1 \text{ for } j = 1, 2, \dots, N$$

$$\sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^K x_{ijk} = 1 \text{ for } j = 1, 2, \dots, N$$

Kendala di atas memastikan bahwa dalam sebuah rute, kendaraan hanya dilayani oleh sebuah kendaraan.

$$\sum_{i=0}^N x_{ijk} - \sum_{j=0}^N x_{ijk} = 0 \quad j = 0, 1, \dots, N \quad \forall k \in [0, K - 1]$$

Kendala di atas menunjukkan bahwa setiap kendaraan yang memasuki sebuah titik, harus keluar dari titik tersebut.

$$\sum_{i=0}^N d_i - \sum_{j=0}^N x_{ijk} \leq q_k \quad \forall k \in [0, K - 1]$$

Kendala di atas menunjukkan bahwa jumlah *demand* yang dikunjungi tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan yang mengunjungi titik tersebut.

$$\sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N x_{ijk} (t_{ij} + s_i + w_i) \leq w_k \quad \forall k \in [0, K - 1] \quad (1)$$

$$t_0 = 0 \quad (2)$$

$$t_0 + x_{ijk} (t_{ij} + s_i + w_i) \leq t_j \quad i \neq j; k \in [0, K - 1] \quad (3)$$

Kendala (1) merupakan kendala batasan *travel time windows* depot. Kendala (2) dan kendala (3) memastikan bahwa pengantaran dilakukan dalam *time windows* pelanggan.

Keterangan:

K = Jumlah kendaraan = 4

N = Jumlah pelanggan = 41

c_{ij} = Jarak i ke j

x_{ij} = Kendaraan yang melewati i ke j

t_i = Waktu sampai ke i

w_i = Waktu tempuh depot ke i

r_k = Waktu tunggu di pelanggan

q_k = Kapasitas kendaraan $k = 8$ ton (8000 kg)

s_j = *service time* di titik j

d_i = Permintaan di titik i

w_k = Waktu kerja kendaraan

c. Penyusunan Algoritma Genetika

Pembangunan algoritma genetika, menggunakan bantuan program komputer *python*. Langkah awal yang perlu dilakukan adalah representasi kromosom. Proses ini berguna untuk membuat kodifikasi kromosom dari individu dalam populasi yang mewakili satu solusi feasible. Kodifikasi pada permasalahan ini dimodelkan seperti bentuk TSP yaitu sebagai urutan titik yang dikunjungi

(Wibisono, 2018). Pada penelitian ini menggunakan jenis permutasi yang telah diperkenalkan oleh Gen dan Cheng pada tahun 1997 yaitu setiap gen pada kromosom berupa angka integer yang menyatakan nomor tiap simpul. Misalkan pada sebuah kromosom [2 3 4 1 5] menyatakan bahwa perjalanan dimulai dari simpul 2 dan secara berurutan hingga ke simpul 5 dan kembali ke simpul 2. Selanjutnya, dilakukan tahapan penyusunan algoritma tersebut adalah sebagai berikut:

1) Menentukan parameter kontrol.

Menentukan parameter kontrol berupa nilai *Pop size* (ukuran populasi), *Mutation rate* (parameter kontrol mutasi, Mr) dan *Crossover rate* (parameter kontrol pindah silang, Cr). Parameter kontrol ukuran populasi digunakan sebagai penentu dalam jumlah solusi awal. Nilai *Pop Size* yang digunakan berdasarkan yaitu $Pop\ size = 10 \times d$, dimana d adalah jumlah dimensi pelanggan. Pada penelitian ini memiliki jumlah pelanggan sebanyak 41 titik, sehingga nilai populasi awal ($Pop\ Size$) = $10 \times 41 = 410$ solusi awal. Mr dan Cr digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimal jarak tempuh. Pada penelitian yang dilakukan oleh De Jong merekomendasikan bahwa untuk permasalahan dengan kondisi kawasan solusi awal cukup besar, nilai parameter yang direkomendasikan yaitu: (*Crossover rate*; *Mutation rate*) = (0.6; 0.001) dan ukuran populasi sebaiknya tidak lebih kecil dari 30, untuk sembarang jenis permasalahan (Kusumadewi, 2003).

Berdasarkan penelitian tersebut, maka parameter kontrol yang digunakan pada penelitian ini yaitu PopSize; Cr; Mr; Iterasi (410; 0.6; 0.001; 1000).

2) Membangkitkan Solusi Awal

Langkah pembentukan populasi awal yaitu sebagai berikut:

e. Ukuran populasi awal

Ukuran populasi yaitu menyatakan jumlah individu populasi. Satu individu dinyatakan dengan satu baris, pembangunan nilai pada individu dibangun dengan nilai random. Seluruh individu yang diperoleh akan menempati matriks kromosom

populasi awal yang telah dibuat sebelumnya dengan ukuran ($Pop\ size = 10 \times d$, jumlah titik pelanggan).

f. Bentuk suatu rute TSP (*Travelling Salesman Problem*).

Kromosom yang telah dibangun terbentuk sebagai suatu urutan TSP. Urutan TSP dimulai dan berakhir di depot yang sama hingga seluruh lokasi konsumen terlayani.

g. Menjadikan Kromosom

Menjadikan kromosom yang telah terbentuk sebagai solusi TSP ke dalam bentuk solusi VRP dengan batasan yang ada yaitu menggunakan batasan permintaan tiap titik, kapasitas kendaraan, dan waktu sehingga dapat meminimasi biaya.

h. Perhitungan Jarak

Kemudian melakukan perhitungan jarak populasi VRP awal sesuai matriks jarak populasi awal dan melakukan evaluasi terhadap VRP awal yang diperoleh.

3) Menentukan Fungsi Objektif

Fungsi objektif ini berdasarkan fungsi matematis VRPTW yang dijelaskan pada poin sebelumnya.

4) Tahap Evaluasi

Pada tahap evaluasi, yaitu melakukan evaluasi fungsi objektif dan mengubah fungsi objektif ke dalam fungsi *fitness*. Pada studi kasus ini, fungsi tujuan dari VRPTW merupakan sebuah bentuk minimasi, sehingga digunakan fungsi *fitness*, sebagai berikut:

$$Fitness = 1/Total$$

$$Total = routeDistance + routeTime + routeDemand$$

5) Seleksi

Tahap seleksi bertujuan untuk memberikan kesempatan bagi individu terbaik untuk menuju proses selanjutnya yaitu pindah silang (*crossover*) dan mutasi, pada tahapan ini, digunakan nilai *fitness* untuk proses seleksi. Proses seleksi akan menghasilkan nilai induk terbaik, berdasarkan nilai *fitness* tertinggi.

Pada penelitian ini, menggunakan metode seleksi *roulette-wheel* karena pada metode seleksi tersebut, masing-masing kromosom akan menempati potongan lingkaran pada roda *roulette* secara proporsional sesuai dengan nilai *fitness*nya.

6) Pindah Silang (Cr)

Tahap selanjutnya adalah pindah silang sebagai operator genetika. Pindah silang dilakukan pada dua individu yang telah dipilih secara acak sebagai induk (*parent*) untuk menghasilkan individu baru sebagai anak (*offspring*). Pada proses penyilangan dalam penelitian ini, menggunakan operator *Partially Mapped Crossover* (PMX), karena dua individu sebagai induk dimodifikasi, dan hasil jenis individu baru tidak dapat diprediksi sehingga mencegah keturunan yang mirip (meminimalkan gen ganda pada suatu individu). Parameter *crossover rate* yang digunakan sebesar 0.6.

7) Mutasi

Tahapan selanjutnya adalah mutasi yang juga digunakan sebagai operator genetika yang dinotasikan dengan *Mr* atau *mutation rate*. Pada tahapan ini diciptakan sebuah individu baru dengan modifikasi atau lebih gen dalam individu yang sama. Pada penelitian ini digunakan operator *inverse mutation*, karena pembangunan subkromosom dibangun secara acak dengan memutuskan kromosom di dua titik potong.

8) Terminasi

Tahap terakhir dalam pengerjaan algoritma genetika yaitu terminasi. Terminasi merupakan keadaan proses pencarian solusi sudah terpenuhi. Pada umumnya indikator yang digunakan pada saat terminasi adalah:

- Jumlah iterasi maksimum
- Waktu komputasi maksimum
- Dan mencapai keadaan konvergen, yaitu fungsi objektif sudah terpenuhi.

Pada penelitian ini, indikator yang digunakan adalah waktu komputasi. Solusi optimal akan dihentikan apabila waktu komputasi yang telah ditetapkan terpenuhi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pada iterasi telah mencapai optimal, juga dihasilkan dengan nilai dari proses iterasi yang sama secara berturut-turut.

d. Verifikasi dan Validasi

Proses verifikasi dan validasi. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa program yang dibangun

sudah memiliki kesesuaian dengan sistem nyata dan berjalan sebagaimana fungsinya.

4.3 Hasil Pengolahan Data

Pada hasil pengolahan data, yaitu menampilkan hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan menggunakan algoritma genetika dan kemudian membandingkan dengan sistem distribusi perusahaan pada saat ini. Pada pengolahan data dengan algoritma genetika, dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali dan diambil yang terbaik dengan indikator biaya terendah.

Hari ke 1

- Kendaraan 1
[Depot ke Makmur ke Pak Adi ke Pak Darso ke Depot]
- Kendaraan 2
[Depot ke Pak Jumadi ke M. Lilik ke Depot]
- Kendaraan 3
[Depot ke Bu Kemi ke Depot]
- Kendaraan 4
[Depot ke Pak Tiko]

Hari ke 2

- Kendaraan 1
[Depot ke Bu Kus ke Depot]
- Kendaraan 2
[Depot ke Pak Yusuf ke Pak Sunoto ke Depot]
- Kendaraan 3
[Depot ke Pak Drasono ke Bu Kemi ke Depot]
- Kendaraan 4
[Depot ke Bu Yusmi ke Depot]

Hari ke 3

- Kendaraan 1
[Depot ke Gn. Panti ke Depot]
- Kendaraan 2
[Depot ke Ngatono ke Pak Ngatono ke Pak Tomo]
- Kendaraan 3
[Depot ke Bu Yun ke Rois ke Depot]
- Kendaraan 4
[Depot ke Pak Dian ke Depot]

Hari ke 4

- Kendaraan 1

[Depot ke Ali Mahfudz ke Depot]

- Kendaraan 2
[Depot ke Pak Joko ke Pak Pujiyanto ke Depot]
- Kendaraan 3
[Depot ke Nurhidayat ke Pak Samidi ke Depot]
- Kendaraan 4
[Depot ke Bu Harti ke Hardi ke Pak Bakri ke Depot]

Hari ke 5

- Kendaraan 1
[Depot ke Pak Hilman ke Pak Muslikin ke Pak Narto ke Depot]
- Kendaraan 2
[Depot ke Pak Keman ke Bu Sugeng ke Depot]
- Kendaraan 3
[Depot ke Bu Sawi ke Pak Adi ke Depot]
- Kendaraan 4
[Depot ke Pak Tikwoyo ke Pak Suwarlan ke Depot]

Hari ke 6

- Kendaraan 1
[Depot ke Gn. Hungkal ke Pak Subandi ke Pak Makmur ke Depot]

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Hasil kesimpulan yang diperoleh sebagai berikut:

- 1) Penentuan rute distribusi menggunakan algoritma genetika mampu memberikan solusi yang lebih optimal. Total jarak tempuh mengalami penurunan sebesar 17.21 % yaitu dari 4819.2 km menjadi 3990 km.
- 2) Waktu yang dibutuhkan untuk proses distribusi saat ini pada perusahaan membutuhkan waktu selama 12 hari, dan waktu yang dibutuhkan untuk proses distribusi usulan sebesar 6 hari, atau mengalami penurunan 50.00%
- 3) Biaya pada proses distribusi berbanding lurus dengan jarak tempuh yang dihasilkan. Biaya distribusi perusahaan pada saat ini sebesar Rp4,139,692.80 dan biaya distribusi usulan sebesar Rp3,427,410.00 atau mengalami penurunan 17.21%.

5.2 Saran

Saran dalam penelitian lanjutan adalah sebagai berikut:

3. Penyusunan algoritma dilengkapi dengan tampilan *interface* yang baik, agar program *ready to use* dan mudah digunakan
4. Penggunaan algoritma genetika dalam penelitian yang terkait dengan *vehicle routing problem*, seluruh metode seleksi dan operator genetika yang digunakan sebaiknya diuji coba secara langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Astaria, C. (2008). *Penentuan Distribusi dengan Algoritma Tabu Search untuk VRP dengan Time Window*. Depok: UI.
- Astaria, D. C., & mahmudy, W. F. (2015). Optimasi Vehicle Routing Problem with Time Windows pada Distribusi Katering Menggunakan Algoritma Genetika. *Jurnal Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia*.
- Ballou, R. H. (2004). *Business Logistics Management*. New Jersey: Prentice Hall.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2007). *Supply Chain Management Strategy, Planning, and Operation 3rd Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2010). *Supply chain management; Strategy, planning, and operations*. New Jersey: Prentice Hall.
- Christopher, M. (2011). *Logistics and Supply Chain Management 4th Edition*. London: Prentice Hall.
- Fahmiari, I., & Santosa, B. (2014). Aplikasi Algoritma Differential Evolution untuk Permasalahan Kompleks Pemilihan Porrofolio. Retrieved Oktober 10, 2018
- Fajarwati, I. A., & Anggraeni, W. (2012, September). Penerapan Algoritma Differential Evolution untuk penyelesaian Permasalahan Vehicle Routing Problem with Delivery and Pick-UP. *Jurnal Teknik ITS, 01*.

- Fajarwati, I. A., & Anggraeni, W. (2012). Penerapan Algoritma Differential Evolution untuk Penyelesaian Permasalahan Vehicle Routing Problem with Delivery and Pick-up. *Jurnal Teknik ITS*, A391-A396.
- Froechlich, L. (1999). *Milkruns. Denso Production Control Supplier Manual Policies and Guidelines*.
- Goldberg, D. E. (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine*. Boston: Addison-Wisley.
- Hannawati, A., & Thiang, E. (2002). Pencarian Rute Optimum Menggunakan Algoritma Genetika. 2.
- Ilhamsah, H. A. (2011). Penyelesaian Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW). *Conference Paper pada Seminar Competitive Advantage*.
- Iswari, T. (2017). Pengembangan Algoritma Hybrid Restart Simulated Annealing with Variable Neighbourhood search (HNSA-VNS). *Jurnal Rekayasa Industri*, 06(01).
- Karim, M. K., Setiawan, B. D., & Adikara, P. P. (2018, Agustus). Optimasi Vehicle Routing Problem, with Time Windows (vrtw) pada Rute Mobile Grapari (MOGI) Telkomsel Cabang Malang Menggunakan Algoritma Genetika. *Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 02(8).
- Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Nasution, A. H., & Prasetyawan, Y. (2008). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Neuman, L. W. (2000). *Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches*. Boston: Allyn and Bacon.
- Pane, R. K. (2018). *Variasi Baru Order Crossover pada Algoritma Genetika untuk Menyelesaikan Traveling Salesman Problem (TSP)*. Medan, Sumatra Utara: Repositori Institusi USU.
- Pratama, L. S., & Haryanto. (2014). Pengaruh Faktor Internal dan Eksternal Perusahaan Terhadap Timeliness Laporan Keuangan. *e-journal SI undip*, 1.
- Pujawan, I. N., & ER, M. (2010). *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.
- Putri, F. B. (2014). *Penerapan Algoritma Genetik Untuk Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW) Pada Kasus Optimasi Distribusi Beras Bersubsidi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Setiawan, K. (2003). *Paradigma Sistem Cerdas*. Surabaya: Bayumedia.
- Shandya, & Kumar, V. (2013). Issues in solving Vehicle routing problem with Time Windows and its Variants using Meta-Heuristics Survey. *International Journal of Engineering and Technology*, 03(06).
- Sinulingga, S. (2009). *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Storn, R., & Price, K. (1997). Differential Evolution - A Simple and Efficient Heuristic for Global Optimization over Continuous Space. *Journal of Global Optimization*, Vol. 11 pp. 341-359.
- Suyanto. (2011). *Artificial Intelligence (Searching, Reasoning, Planning and Learning)*. Bandung: Informatika.
- Toth, P., & Vigo, D. (2001). *The Vehicle Routing Problem, Society for Industrial and Applied Mathematics*. Philadelphia.
- Wibisono, E. (2018). *Logika Logistik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Widodo, T. (2012). *Komputasi Evolutioner*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Zahara, A. (2011). *Optimasi Rute Distribusi Produk Menggunakan Algoritma Evolusi Diferensial untuk VRP dengan Time Windows*. Depok: FT UI.

PENYELESAIAN PERMASALAHAN VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOWS DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA UNTUK PENENTUAN RUTE OPTIMUM (Studi Kasus: PT KAHA INDONESIA PATI)

ORIGINALITY REPORT

11%

SIMILARITY INDEX

9%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

repositori.usu.ac.id

Internet Source

1%

2

Submitted to Universitas Brawijaya

Student Paper

1%

3

docplayer.info

Internet Source

1%

4

repository.usu.ac.id

Internet Source

1%

5

eprints.uny.ac.id

Internet Source

<1%

6

vdocuments.mx

Internet Source

<1%

7

Submitted to Sultan Agung Islamic University

Student Paper

<1 %

lontar.ui.ac.id

8

Internet Source

<1 %

id.123dok.com

9

Internet Source

<1 %

eprints.umm.ac.id

10

Internet Source

<1 %

Submitted to Universitas Sebelas Maret

11

Student Paper

<1 %

www.scribd.com

12

Internet Source

<1 %

staff.uny.ac.id

13

Internet Source

<1 %

repository.unissula.ac.id

14

Internet Source

<1 %

Submitted to International University - VNUHCM

15

Student Paper

<1 %

16	computational-communication.com	Internet Source	<1 %
17	wayanfm.lecture.ub.ac.id	Internet Source	<1 %
18	eprints.dinus.ac.id	Internet Source	<1 %
19	Submitted to Sriwijaya University	Student Paper	<1 %
20	zombiedoc.com	Internet Source	<1 %
21	edoc.pub	Internet Source	<1 %
22	Submitted to Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia	Student Paper	<1 %
23	id.scribd.com	Internet Source	<1 %

24 etheses.uin-malang.ac.id <1 %
Internet Source

25 media.neliti.com <1 %
Internet Source

26 Submitted to Universitas Negeri Surabaya The <1 %
State University of Surabaya
Student Paper

27 www.szbelles.com <1 %
Internet Source

28 digilib.uin-suka.ac.id <1 %
Internet Source

29 cole-maclean.github.io <1 %
Internet Source

30 repository.unpas.ac.id <1 %
Internet Source

31 es.scribd.com <1 %
Internet Source

32	text-id.123dok.com	Internet Source	<1 %
33	docobook.com	Internet Source	<1 %
34	eprints.ums.ac.id	Internet Source	<1 %
35	mediabahasan.com	Internet Source	<1 %
36	Submitted to STIE Perbanas Surabaya	Student Paper	<1 %
37	repository.unand.ac.id	Internet Source	<1 %
38	garuda.ristekdikti.go.id	Internet Source	<1 %
39	Submitted to University of Central Lancashire	Student Paper	<1 %
40	industri.ums.ac.id	Internet Source	<1 %

41	lp2m.um.ac.id	Internet Source	<1%
<hr/>			
42	Submitted to Universitas Muria Kudus	Student Paper	<1%
<hr/>			
43	ekarisky.com	Internet Source	<1%
<hr/>			
44	Submitted to Universitas Andalas	Student Paper	<1%
<hr/>			
45	Submitted to Universitas Diponegoro	Student Paper	<1%
<hr/>			
46	scholar.unand.ac.id	Internet Source	<1%
<hr/>			
47	www.inderscience.com	Internet Source	<1%
<hr/>			
48	www.beljarbagus.com	Internet Source	<1%
<hr/>			
49	repository.unika.ac.id	Internet Source	<1%

50	ppjp.ulm.ac.id	Internet Source	<1 %
51	orbit.dtu.dk	Internet Source	<1 %
52	deap.gel.ulaval.ca	Internet Source	<1 %
Submitted to Universitas Islam Indonesia			
53	Student Paper		<1 %
54	www.researchgate.net	Internet Source	<1 %
55	ffan88-plan.blogspot.com	Internet Source	<1 %
56	journal.unpar.ac.id	Internet Source	<1 %
57	Submitted to Universitas Muhammadiyah Surakarta	Student Paper	<1 %

58

Submitted to iGroup

Student Paper

<1 %

59

www.mmumullana.org

Internet Source

<1 %

60

j-ptiik.ub.ac.id

Internet Source

<1 %

61

brage.bibsys.no

Internet Source

<1 %

62

vibdoc.com

Internet Source

<1 %

63

repository.its.ac.id

Internet Source

<1 %

64

Submitted to Macquarie University

Student Paper

<1 %

65

deap.readthedocs.io

Internet Source

<1 %

66	rhezhahussen.blogspot.com	Internet Source	<1 %
67	josi.ft.unand.ac.id	Internet Source	<1 %
68	repository.upi.edu	Internet Source	<1 %
69	eprints.undip.ac.id	Internet Source	<1 %
70	journals.ums.ac.id	Internet Source	<1 %
71	CHING-CHANG WONG, HSUAN-MING FENG. "DESIGN OF FUZZY SYSTEMS WITH FEWER RULES", Cybernetics and Systems, 2003	Publication	<1 %
72	adoc.tips	Internet Source	<1 %

73

Submitted to STIKOM Surabaya

Student Paper

<1 %

74

digilib.unila.ac.id

Internet Source

<1 %

75

College

Student Paper

Submitted to Ghana Technology University

<1 %

76

Submitted to UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

Student Paper

<1 %

77

pt.slideshare.net

Internet Source

<1 %

78

Submitted to Manchester Metropolitan

University

Student Paper

<1 %

79

jogjapress.com

Internet Source

<1 %

80	mafiadoc.com Internet Source	<1%
81	Submitted to Universitas Dian Nuswantoro Student Paper	<1%
82	Submitted to STMIK STIKOM Bali Student Paper	<1%
83	Submitted to Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Student Paper	<1%
84	johannessimatupang.wordpress.com Internet Source	<1%
85	Submitted to Asia e University Student Paper	<1%
86	Epaminondas G. Kyriakidis, Theodosios D. Dimitrakos, Constantinos C. Karamatsoukis. "Optimal delivery of two similar products to N ordered customers with product preferences",	<1%

International Journal of Production Economics, 2017

Publication

87

www.lontar.ui.ac.id

Internet Source

<1 %

88

pt.scribd.com

Internet Source

<1 %

89

Submitted to Universitas Negeri Makassar

Student Paper

<1 %

90

repository.sb.ipb.ac.id

Internet Source

<1 %

91

repository.unpar.ac.id

Internet Source

<1 %

92

docplayer.org

Internet Source

<1 %

93

Hari Kurnia, Elyza Gustri Wahyuni, Elang

<1 %

Cergas Pembrani, Syifa Tri Gardini, Silfa Kurnia Aditya. "Vehicle Routing Problem Using Genetic Algorithm with Multi Compartment on Vegetable Distribution", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018

Publication

library.um.ac.id

94

Internet Source

<1 %

elib.unikom.ac.id

95

Internet Source

<1 %

lib.unnes.ac.id

96

Internet Source

<1 %

Submitted to Universitas Jenderal Soedirman

97

Student Paper

<1 %

fr.scribd.com

98

Internet Source

<1 %

Submitted to Universiti Malaysia Pahang

99

Student Paper

<1 %

100	math.scu.edu	Internet Source	<1%
101	lib.ui.ac.id	Internet Source	<1%
102	galerichord.blogspot.com	Internet Source	<1%
103	Submitted to VIT University	Student Paper	<1%
104	Submitted to University of Portsmouth	Student Paper	<1%
190.144.251.142 105	Internet Source		<1%
106	tel.archives-ouvertes.fr	Internet Source	<1%
107	Submitted to Binus University International	Student Paper	<1%

Submitted to Al Akhawayn University in Ifrane

108

Student Paper

<1%

"Advances in Production Management Systems: <1%

109

Innovative Production Management Towards Sustainable Growth", Springer Science and Business Media LLC, 2015

Publication

François-Michel De Rainville, Félix-Antoine

110

Fortin, Marc-André Gardner, Marc Parizeau, Christian Gagné. "DEAP", Proceedings of the fourteenth international conference on Genetic and evolutionary computation conference companion - GECCO Companion '12, 2012

Publication

Submitted to Politeknik Negeri Bandung

111

Student Paper

<1%

Submitted to Universitas Terbuka

112

Student Paper

<1%

Submitted to Universitas Multimedia Nusantara 113

Student Paper

<1%

Submitted to Pasundan University

114 Student Paper

<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

KARTU ASISTENSI TAHAP I



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Universitas Islam Sultan Agung Semarang
Jl. Raya Kaligawe Km.4 Semarang, Jawa Tengah (50112), Tlp (024) 6582455
www.unissula.ac.id

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Arina Nur Laili

NIM : 31601400882

Dosen Pembimbing 1 : Nurwidiana, ST.MT.

Dosen Pembimbing 2 : Irwan Sukendar, ST.MT.

No	Tanggal	Uraian Kegiatan Asistensi	Paraf
1.	28/11/2018	Buat makalah	k
2.	20/12/2018	Buat Presentasi	k



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Jl. Raya Kaligawe Km.4 Semarang, Jawa Tengah (50112), Tlp (024) 6582455

www.unissula.ac.id

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Arina Nur Laili

NIM : 31601400886

Dosen Pembimbing 1 : Nurwidiana, ST.MT.

Dosen Pembimbing 2 : Irwan Sukendar, ST.MT.

No	Tanggal	Uraian Kegiatan Asistensi	Paraf
	10/12	Perbaiki latar belakang & tinjauan pda. Siapkan seminar proposal.	 

KARTU ASISTENSI TAHAP II

KEGIATAN ASISTENSI TAHAP II
(Pra Seminar Kemajuan)

Nama Mahasiswa : Arina Nur L.

Judul TA : Penyelesaian Masalah *Vehicle Routing Problem* dengan Menggunakan Algoritma Evolusi Differensial untuk Penentuan Rute Optimum (Studi Kasus: PT Cahaya Agung Cemerlang Purwodadi)

Dosen Pembimbing 1 : Nurwidiana, ST., MT

Dosen Pembimbing 2 : Irwan Sukendar, ST., MT

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1.		Pengumpulan data segera dibuat matrik	
2.		Output tiap proses ditampilkan	
3.	4 Jul 2019	Persiapkan seminar Hasil dibuat narasi bentuk poin	

KEGIATAN ASISTENSI TAHAP II

(Pra Seminar Kemajuan)

Nama Mahasiswa : Arina Nur L.

Judul TA : Penyelesaian Masalah *Vehicle Routing Problem* dengan Menggunakan Algoritma Evolusi Differensial untuk Penentuan Rute Optimum (Studi Kasus: PT Cahaya Agung Cemerlang Purwodadi)

Dosen Pembimbing 1 : Nurwidiana, ST., MT

Dosen Pembimbing 2 : Irwan Sukendar, ST.,MT

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1.	20/7-2019.	Buat ppt.	li

REVISI SEMINAR PROPOSAL



LEMBAR REVISI SEMINAR PROPOSAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Rapat Tim Penilai Seminar Tugas Akhir

Hari : Jum'at
Tanggal : 28 Desember 2018
Tempat : R.Seminar

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Arina Nur Laili
NIM : 31601400882
Bidang Minat : Teknik Industri
Judul TA : Penyelesaian Permasalahan Vehicle Routing Problem Dengan Menggunakan Algoritma Evolusi Diferensial Untuk Penentuan Rute Optimum (Studi Kasus : PT.Cahaya Agung Cemerlang (CAC) Purwodadi)

wajib melakukan perbaikan seperti tercantum dibawah ini:

NO.	REVISI	BATAS REVISI
1.	Inputan = fluktuasi permintaan	
2.	Rute - Google map	
3.	Konversi produk	

Semarang, 28 Desember 2018

Penilai 1,

Dr.H.Andre Sugiyono, ST, MM
NIDN 06-0308-8001



LEMBAR REVISI SEMINAR PROPOSAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Rapat Tim Penilai Seminar Tugas Akhir

Hari : Jum'at
Tanggal : 28 Desember 2018
Tempat : R.Seminar

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Arina Nur Laili
NIM : 31601400882
Bidang Minat : Teknik Industri
Judul TA : Penyelesaian Permasalahan Vehicle Routing Problem Dengan Menggunakan Algoritma Evolusi Diferensial Untuk Penentuan Rute Optimum (Studi Kasus : PT.Cahaya Agung Cemerlang (CAC) Purwodadi)

wajib melakukan perbaikan seperti tercantum dibawah ini:

NO.	REVISI	BATAS REVISI
1.	Pertimbangkan konvensi permintaan my & sama volume.	ALL 11/01

Semarang, 28 Desember 2018

Penilai 2,

Nurwidiana, ST, MT
NIDN 06-0402-7901



LEMBAR REVISI SEMINAR KEMAJUAN TUGAS AKHIR

Berdasarkan Rapat Tim Penilai Seminar Progres Report Tugas Akhir

Hari : Kamis
Tanggal : 01 Agustus 2019
Tempat : R.Seminar

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Arina Nur Laili
NIM : 31601400882
Bidang Minat : Teknik Industri
Judul TA : Penyelesaian Permasalahan Vehicle Routing Problem Dengan Menggunakan Algoritma Evolusi Diferensial Untuk Penentuan Rute Optimum (Studi Kasus : PT.Cahaya Agung Cemerlang (CAC) Purwodadi)

wajib melakukan perbaikan seperti tercantum dibawah ini:

NO.	REVISI	BATAS REVISI
	Presentasinya jangan Cawa?	ace Wg 15/8/2019

Semarang, 01 Agustus 2019

Penguji 2.


Wiwick Fatmawati, ST, M.Eng.

NIP / NIK : 06-2210-7401

REVISI SEMINAR PROGRESS



**LEMBAR REVISI SEMINAR
 KEMAJUAN TUGAS AKHIR**

Berdasarkan Rapat Tim Penilai Seminar Progres Report Tugas Akhir

Hari : Kamis
 Tanggal : 01 Agustus 2019
 Tempat : R.Seminar

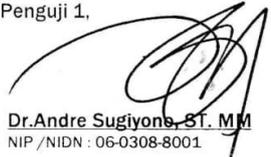
Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Arina Nur Laili
 NIM : 31601400882
 Bidang Minat : Teknik Industri
 Judul TA : Penyelesaian Permasalahan Vehicle Routing Problem Dengan Menggunakan Algoritma Evolusi Diferensial Untuk Penentuan Rute Optimum (Studi Kasus : PT.Cahaya Agung Cemerlang (CAC) Purwodadi)

wajib melakukan perbaikan seperti tercantum dibawah ini:

NO.	REVISI	BATAS REVISI
1.	Judul → VRP Time Windows	
2.	Abstrak	
3.	Latar belakang → rute blm optimum	
4.	metode penelitian → verifikasi → validasi	
5.	hal 49 rasio bahan bakar liter : 6 km / 4 liter = 6km	
6.	hal 60 - 121 → dibuat tabel → dijelaskan	
7.	Kenapa CR = 0,6 MR = 0,01 ? iterasi = $\frac{400}{1000}$?	

Semarang, 01 Agustus 2019
 Penguji 1,


 Dr. Andre Sugiyono, ST, MM
 NIP / NIDN : 06-0308-8001

All Revisi 14/8-2019

- 8. contoh cara input manual.
- 9. tabel perbandingan awal & perbaikan (hasil run)



LEMBAR REVISI SEMINAR KEMAJUAN TUGAS AKHIR

Berdasarkan Rapat Tim Penilai Seminar Progres Report Tugas Akhir

Hari : Kamis
Tanggal : 01 Agustus 2019
Tempat : R.Seminar

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Arina Nur Laili
NIM : 31601400882
Bidang Minat : Teknik Industri
Judul TA : Penyelesaian Permasalahan Vehicle Routing Problem Dengan Menggunakan Algoritma Evolusi Diferensial Untuk Penentuan Rute Optimum (Studi Kasus : PT.Cahaya Agung Cemerlang (CAC) Purwodadi)

wajib melakukan perbaikan seperti tercantum dibawah ini:

NO.	REVISI	BATAS REVISI
1)	Banyak typo/salah ketik : surat pernyataan keaslian TA, Judul TA, Abstrak, Latar belakang, batasan masalah, Tujuan Penelitian	ACC 20/8/2019
2)	Tambah kata kunci utk Abstrak	
3)	Tidak ada Abstrak bahasa Inggris	
4)	Judul bahasa Inggris tdk ada	
5)	Artikel ilmiah/ ^{makalah} makalah bhs Inggris, tdk ada Abstrak, Pembuatan Makalah tdk mengacu buku panduan TA. Dirapikan lagi utk makalahnya	

Semarang, 01 Agustus 2019

Penguji 3

Muhammad Faisal Yul Zamrudi, ST.MIT.P.hD

NIP / NIK : 99-0600-4770



LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Kamis
Tanggal : 22 Agustus 2019
Tempat : R.Seminar

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Arina Nur Laili
NIM : 31601400882
Judul TA : Penyelesaian Permasalahan Vehicle Routing Problem
With Time Window Dengan Menggunakan Algoritma
Genetika Untuk Penentuan Rute Optimum (Studi Kasus :
PT.Kaha Indonesia Pati)

wajib melakukan perbaikan seperti tercantum dibawah ini:

NO.	REVISI	BATAS REVISI
	<i>di penulisan abstrak, dan lewat panaranta.</i>	<i>ace</i> <i>W</i> <i>20/08/19</i>

NO.	TUGAS

Mengetahui,
Ketua Tim Penguji


Dr. Andre Sugiyono, ST, MM
NIDN 06-0308-8001

Semarang, 22 Agustus 2019
Penguji,


Wiwiek Fatmawati, ST, M.Eng
NIDN 06-2210-7401

REVISI SEMINAR PROGRESS



LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Kamis
 Tanggal : 22 Agustus 2019
 Tempat : R.Seminar

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Arina Nur Laili
 NIM : 31601400882
 Judul TA : Penyelesaian Permasalahan Vehicle Routing Problem
 With Time Window Dengan Menggunakan Algoritma
 Genetika Untuk Penentuan Rute Optimum (Studi Kasus :
 PT.Kaha Indonesia Pati)

wajib melakukan perbaikan seperti tercantum dibawah ini:

NO.	REVISI	BATAS REVISI
1.	Penggunaan heuristic → kompleksitas	
2.	tidak efisien → membutuhkan waktu yg lama	
3.	hal 80	
4.	kurang penurunan biaya & jarak bila sama	

NO.	TUGAS
	VPP - non /
	VPP time-window - jam buka 8-16

Handwritten signature and date:
 29/8/2019

Mengetahui,
 Ketua Tim Penguji

Signature of Dr. Andre Sugiyono
 Dr. Andre Sugiyono, ST, MM
 NIDN 06-0308-8001

Semarang, 22 Agustus 2019
 Penguji,

Signature of Dr. Andre Sugiyono
 Dr. Andre Sugiyono, ST, MM
 NIDN 06-0308-8001

Handwritten signature



LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Kamis
Tanggal : 22 Agustus 2019
Tempat : R.Seminar

Memutuskan bahwa mahasiswa :

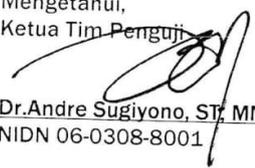
Nama : Arina Nur Laili
NIM : 31601400882
Judul TA : Penyelesaian Permasalahan Vehicle Routing Problem
With Time Window Dengan Menggunakan Algoritma
Genetika Untuk Penentuan Rute Optimum (Studi Kasus :
PT.Kaha Indonesia Pati)

wajib melakukan perbaikan seperti tercantum dibawah ini:

NO.	REVISI	BATAS REVISI
1)	Interpretasi hasil (hal 85) harus dijelaskan lebih detail. Cantumkan hasil dan jelaskan	ACC 2 Sept 2019
2)	Ganti judul usulan perbaikan...	
3)	Wawancara (daftar pertanyaan dilampirkan)	

NO.	TUGAS

Mengetahui,
Ketua Tim Penguji


Dr. Andre Sugiyono, ST, MM
NIDN 06-0308-8001

Semarang, 22 Agustus 2019
Penguji,


Muhammad Faisal Yul Zamrudi, ST, MIT, P.hD
NIDN 99 0600 4770