

OPTIMASI RUTE DISTRIBUSI DENGAN PENYELESAIAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM* MENGGUNAKAN ALGORITMA *SWEEP* PADA PD. XYZ DI PONTIANAK

Arnita Rozalina, Silvia Uslianti, Pepy Anggela

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak 78124

E-mail: amilaroza@gmail.com

Abstrak: PD. XYZ Pontianak merupakan perusahaan dagang yang memproduksi dan mendistribusikan es batu. Distribusi dilakukan untuk menyalurkan es batu silinder setiap hari ke pelanggan tetap sebanyak 257 di berbagai daerah di Pontianak. Berdasarkan data dilapangan pendistribusian es batu ini belum optimal. Semakin banyaknya pelanggan yang tersebar daerah di Pontianak dan Kubu Raya, menyebabkan jarak tempuh dan waktu pendistribusian semakin panjang dan lama, sehingga mempengaruhi biaya distribusi. Metode *Vehicle Routing Problem* merupakan metode penyelesaian yang digunakan untuk mengoptimalkan rute pendistribusian untuk beberapa kendaraan. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan rute optimal sehingga waktu distribusi dan biaya pengeluaran dapat diminimalisir. Penelitian ini menggunakan pendekatan Algoritma *Sweep* dengan *capacitated Vehicle Routing Problem*. Tahapan pada penyelesaian ini yaitu menentukan titik koordinat untuk mendapat sudut polar menggunakan bantuan *Autocad*. Sudut polar digunakan untuk pembentukan *clustering* berdasarkan kapasitas dengan mengurutkan sudut polar dari sudut terkecil hingga sudut paling besar. Kemudian pembentukan rute menggunakan *Algoritma Nearest Neighbour*. setelah itu melakukan perhitungan waktu distribusi dan perhitungan biaya berdasarkan rute optimal. Adapun hasil yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan berupa *cluster* yang akan dibentuk rute sebanyak 5 rute, dimana angka ini lebih kecil dibandingkan 7 rute *existing*. Total jarak tempuh masing-masing sebesar 259,39 km dan 337,77 km, dengan selisih waktu total antara rute *existing* dan perbaikan sebanyak 89,40 menit. Berdasarkan hasil penelitian, dapat dilihat selisih jarak keduanya cukup signifikan, sebesar 23,21% penghematan jarak.

Kata kunci : Algoritma *Sweep*, *Capacitated Vehicle Routing Problem*, Distribusi, *Nearest Neighbour*

1. Pendahuluan

Distribusi merupakan suatu kegiatan penting yang dilakukan oleh perusahaan agar barang yang sampai ke konsumen datang tepat waktu dan tidak terjadi kecacatan pada barang. PD. XYZ Pontianak merupakan perusahaan dagang yang memproduksi dan mendistribusikan es batu Pontianak. Es batu kristal yang diolah berbentuk *tube* (tabung), distribusi dilakukan untuk menyalurkan es batu silinder tersebut setiap hari. Pabrik es batu XYZ distribusinya mulai pukul 07.30 hingga 17.00. Perusahaan seriap hari dapat menghasilkan es batu sebanyak 720 kantong atau sebanyak 7200 kg. Pelanggan tetap PD. XYZ adalah rumah makan, warung kopi dan toko eceran dengan total jumlah pelanggan tetap mencapai 257 pelanggan. Pendistribusian es batu pada PD. XYZ diantar menggunakan mobil boks Daihatsu Grand Max yang memiliki kapasitas 200 kantong atau 2000 Kg dari masing-masing kendaraan yang berjumlah empat kendaraan dengan rute dan wilayah yang berbeda tersebar diseluruh kota Pontianak dan

Kuburaya. Setiap mobil dapat mengangkut 2 kali dalam 2 rute berbeda, yaitu saat pagi dan siang hari. Saat ini proses distribusi produk masih sebatas area wilayah tertentu dimulai dari konsumen terdekat namun belum memiliki rute optimal. Mobil yang mengantar lebih mendahului jalur yang dilewati kemudian setelah terpenuhi jalur yang dilewati maka akan berputar mengantarkan ke arah yang berlawanan. Wilayah yang sama juga dapat diantar oleh dua mobil, yang seharusnya dapat dilakukan satu mobil. Pendistribusian produk dari sumber ke beberapa tempat tujuan tentunya merupakan suatu permasalahan yang cukup kompleks, karena dengan banyaknya tempat tujuan yang tersebar diberbagai daerah di Pontianak menimbulkan rute yang lebih panjang dan waktu semakin lama sehingga terjadinya pemborosan pada biaya distribusi.

Berdasarkan uraian permasalahan diatas, maka penelitian ini perlu dilakukan, karena perlunya perbaikan rute agar menghasilkan rute dengan jarak yang minimum dengan

mempertimbangkan kapasitas kendaraan untuk memenuhi semua permintaan konsumen sehingga waktu dalam pendistribusian lebih pendek dan biaya yang dikeluarkan lebih hemat. Metode *Vehicle Routing Problem* merupakan penyelesaian yang digunakan untuk mengoptimalkan rute pendistribusian untuk beberapa kendaraan. Pendistribusian ini dilakukan dari PD. XYZ ke pelanggan tetap perusahaan tersebut dan kembali ke perusahaan, sehingga proses distribusi lebih efektif. Berdasarkan permasalahan pada PD. XYZ digunakan *Capacitated Vehicle Routing Problem*, permasalahan perancangan rute optimal dalam sistem distribusi dimana perlunya diketahui kapasitas, lokasi dan jumlah permintaan pelanggannya. Penyelesaian ini dibantu dengan pendekatan Algoritma *Sweep*. Kesalahan perhitungan Algoritma *Sweep* ini sebesar 10 %. Hal ini terdapat pada pembuatan jalur distribusinya yang lebih akurat.

2. Tinjauan Pustaka

a. Transportasi

Transportasi merupakan pemindahan barang atau manusia dari titik awal atau depot ke tempat tujuan atau pelanggan. Proses transportasi merupakan gerakan dari tempat asal, dari mana kegiatan angkutan dimulai, ke tempat tujuan, dimana kegiatan tersebut berakhir (Ikfan, Noer dan Ilyas, Masuldin., 2013:165-178). Tempat asal seperti rumah, gudang atau tempat produksi yang siap diangkut atau dipindahkan ke tempat tujuan atau konsumen. Transportasi merupakan komponen yang penting yang terdapat dalam manajemen logistik suatu perusahaan. Masalah pengoperasian transportasi yang berhubungan dengan pengiriman barang cukup kompleks, hal ini disebabkan oleh jangkauan area, biaya pengangkutan dan waktu yang diperlukan untuk pengangkutan. Beberapa unsur-unsur pengangkutan meliputi atas 5 hal (Nasution, 2008:3):

1. Memiliki muatan angkut.
2. Memiliki alat angkut atau kendaraan
3. Ada jalanan/jalur yang dapat dilalui.
4. Ada asal dan ada tujuan.

Sumber daya manusia (SDA) dan manajemen yang menggerakkan kegiatan transportasi tersebut.

Fungsi pengangkutan yaitu memindahkan barang atau orang dari tempat satu ke tempat yang lain dengan maksud meningkatkan daya guna dan nilai. (Khairandy.2014:371)

b. Distribusi

Distribusi merupakan alur yang dilewati barang dari produsen atau penjual hingga sampai pada pengguna (Angipora, 2002:295). Tandjung (2004:80) berpendapat, saluran distribusi adalah jalan atau rute yang dilalui produk mulai dari produsen sampai ke tangan pelanggan akhir. Distribusi merupakan suatu kegiatan pengiriman barang atau produk dari suatu produsen ke konsumen. Proses distribusi dipengaruhi faktor-faktor tertentu agar berjalan dengan lancar, seperti sistem distribusi, rute distribusi dan transportasi distribusi. Proses pendistribusian pasti memiliki hambatan salah satunya adalah rute yang kurang optimal sehingga terdapatnya keluhan dari konsumen berupa keterlambatan kedatangan barang. Selain itu, besarnya biaya pengeluaran transportasi. Mengurangi biaya transportasi maka diperlukan rute transportasi yang optimal untuk meminimumkan jarak tempuh. Rute didefinisikan sebagai siklus sederhana dari grafik s yang melewati depot 0 dan sehingga total permintaan simpul yang dikunjungi tidak lebih dari kapasitas yang telah ditetapkan. (Kumar, V. V, Senthil, Jayachitra, R. 2016: 897-908).

c. *Vehicle Routing Problem* (VRP)

VRP digunakan untuk menentukan beberapa rute dimana setiap rute tersebut dilakukan oleh suatu kendaraan yang memulai perjalanan dari depot hingga berakhir di depot untuk memenuhi permintaan dan pesanan konsumen tanpa melanggar batasan-batasan agar dapat mengurangi biaya transportasi. Total setiap permintaan dan pesanan pelanggan dalam satu kali pengantaran tidak melewati batas kapasitas yang telah ditetapkan.

Menurut (Toth,Vigo, 2002:1-26), *vehicle routing problem* telah memiliki beberapa variasi permasalahan dengan menyesuaikan kondisi atau batasan yang ada pada permasalahan penentuan rute yang optimal. Beberapa dari contoh varian dari VRP antara lain (Kumar, V. V, Senthil, Jayachitra, R: 2016):

1. VRP *Time Windows*: VRPTW
2. *Capacitated VRP*: CVRP
3. VRP *PickUp and Delivery*: VRPPD
4. *Dynamic VRP*: DVRP

Menurut Toth dan Vigo (2002), ada beberapa karakteristik dalam VRP yang perlu diperhatikan. Berikut ini merupakan komponen-komponen yang terdapat pada VRP :

1. Jaringan Kerja (*link*)

Dalam transportasi pada suatu rute, setiap jalan yang tersedia merupakan jaringan kerja (*link*) dan setiap lokasi merupakan setiap *node*. *Link* dapat dijalani dalam satu arah (*directed*) atau dua arah (*undirected*). Setiap *link* berkaitan dengan panjang atau waktu perjalanan, jenis kendaraan dan periode waktu perjalanan yang dilakukan pada *link* tersebut sehingga *link* dapat dikatakan berhubungan dengan biaya.

2. *Costumers*

Karakteristik khusus dari *costumers* adalah sebagai berikut:

- a. Jumlah permintaan (*demand*) dari *costumers* berbeda-beda, ada *costumers* yang jumlah permintaannya diketahui secara pasti (kasus deterministik) tetapi ada juga jumlah permintaannya tidak pasti (kasus stokastik).
- b. Ada *costumers* yang mempunyai *time windows* yaitu periode waktu yang menunjukkan jangka waktu *costumers* dapat dilayani yang dikarenakan periode waktu yang khusus dari *costumers* tersebut.

3. Depot

Depot merupakan titik awal dan akhir dari suatu rute yang akan ditempuh dalam melakukan pengiriman barang ke *costumers*. Setiap depot dicirikan berdasarkan tipe dan banyak kendaraan yang berkaitan dengan depot tersebut serta banyaknya barang yang tersedia disana.

4. Kendaraan (*vehicle*)

Karakteristik khusus dari kendaraan (*vehicle*) adalah sebagai berikut:

- a. Mempunyai kapasitas kendaraan maksimum (berat dan volume maksimum) dalam mengangkut barang.
- b. Mempunyai total waktu kerja dari awal keberangkatan dari depot sampai kedatangan kembali ke depot, sesuai peraturan yang diberlakukan oleh perusahaan untuk jam kerja pengemudi (waktu *loading*) dan sejumlah periode waktu yang tidak ikut diperhitungkan (waktu *non-loading*), misalnya waktu istirahat pengemudi.
- c. Memerlukan biaya untuk melakukan pengiriman, biaya penggunaan kendaraan dihitung berdasarkan per unit jarak, per unit waktu, dan per rute.

5. Pengemudi (*driver*)

Pengemudi yang mengoperasikan kendaraan harus memenuhi semua kendala yang ditetapkan dalam kontrak kerja dan aturan dari perusahaan.

d. *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*

Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) merupakan bentuk paling dasar dari VRP, yang dapat dilihat sebagai formulasi dari dua masalah terkenal yang telah ada sebelumnya yaitu, *Travelling Salesman Problem* dan *Bin Packing Problem*. (Gunawan., Indra, Maryati., dan Kurniawan, Wibowo Henry: 2012).

e. Pendekatan Algoritma *Sweep*

Algoritma *sweep* adalah metode *clustering* yang paling sederhana untuk menyelesaikan CVRP. Penelitian ini menggunakan algoritma *sweep* dikarenakan *sweep* dapat memecahkan masalah yang cukup kompleks dengan pendekatan yang sederhana dan waktu yang singkat. Pendekatan ini cukup akurat dengan kesalahan perhitungannya sebesar 10 %. Pendekatan ini cukup akurat, hal ini terdapat pada cara pembuatan rutenya. (Ballou, R.H: 2005).

Algoritma *sweep* pertama kali dikenalkan Gillet & Miller pada 1974 dimana *clustering* nya dimulai dengan menempatkan depot sebagai titik pusat koordinat dan dikelilingi nodes yang tersebar secara acak sesuai letak geografis. Dalam menyelesaikan permasalahan CVRP, algoritma *sweep* diperlukan dua tahapan proses yaitu tahapan pengelompokan (*clustering*) dan pembentukan rute. Tahapan pertama dari metode algoritma *sweep* yaitu tahapan Pengelompokan (*Clustering*). Langkah – langkah tahapan pengelompokan yaitu menggambarkan agen dalam koordinat kartesius dan menetapkan titik tujuan, menentukan koordinat polar dari masing-masing titik menggunakan Langkah mengubah koordinat kartesius (x, y) menjadi koordinat polar (r, θ) adalah sebagai berikut:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (1)$$

$$\theta = \arctan \frac{y}{x} \quad (2)$$

Kemudian Melakukan pengelompokan (*clustering*) dimulai dari agen yang memiliki sudut polar terkecil hingga sudut polar terbesar dengan memperhatikan kapasitas kendaraan. Kemudian dilakukan *cluster* dengan batasan tidak melebihi kapasitas, dilakukan hingga semua sudut polar tersapu bersih.

f. Algoritma Nearest Neighbour

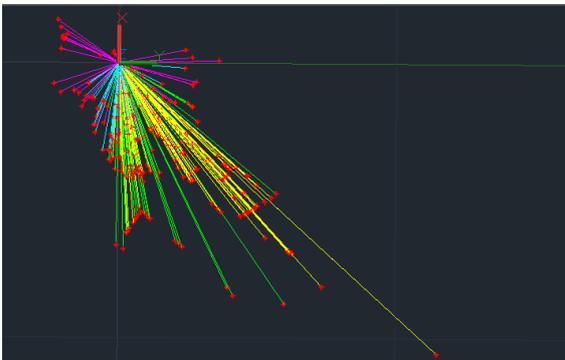
Nearest neighbour merupakan metode digunakan untuk penyelesaian masalah *VRP*. Tahapan yang pertama, memilih salah satu titik yang mewakili titik awal biasanya depot atau rumah. Kemudian, menentukan tujuan yang akan dikunjungi setelahnya seperti konsumen, dengan pertimbangan hanya titik tujuan yang terdekat dengan sebelumnya yang dapat dikunjungi. Setelah semua titik tujuan dikunjungi, maka rute ditutup dan kembali ke titik awal.

Algoritma *nearest neighbour* merupakan tahapan kedua pada pendekatan algoritma *sweep*. Algoritma *nearest neighbor* merupakan tahapan dalam membentuk rute berdasarkan *clustering* yang terdapat pada pendekatan Algoritma *Sweep*.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Perbandingan Jarak Tempuh

Titik lokasi yang tersebar di kota Pontianak dan Kuburaya sebanyak 257 kantong. Menggunakan *Algoritma Sweep* yang memiliki 2 tahapan, dimulai dengan tahap *clustering* dimana tahapan ini mengurutkan sudut polar dimulai dari sudut terkecil hingga sudut paling besar, untuk mendapat sudut polar maka menggunakan bantuan *software* AutoCAD.



Gambar 2. Titik Koordinat

Kemudian melakukan *clustering* berdasarkan kapasitas mobil sebesar 200 kantong. Tahap *clustering* ini menghasilkan 5 *cluster*. Tahapan selanjutnya yaitu pembentukan rute, dimulai dari depot yaitu PD. XYZ kemudian melakukan perjalanan ketoko langganan terdekat berdasarkan matriks jarak pada masing-masing *cluster*.

Berikut merupakan tabel perbandingan antara rute *existing* dan rute perbaikan:

Tabel 1. Rute *Existing*

Mobil	Jumlah (Km)
1	88,12
2	77,37
3	87,37
4	84,91
Total	337,77

Tabel 2. Rute Perbaikan

Cluster	Jumlah (Km)
1	67,74
2	53,93
3	57,65
4	57,95
5	22,12
Total	259,39

Hasil dari pendekatan *Algoritma Sweep* berdasarkan pengolahan data, maka didapat 5 *cluster* atau rute perjalanan. Selisih kedua jarak tersebut sebesar 78,38 Km

Semakin kecil jarak tempuh maka semakin baik dan semakin cepat pengantarannya. Rute yang dihasilkan menggunakan pendekatan *Algoritma Sweep* sebanyak 5 rute, dimana rute ini lebih sedikit dibandingkan rute perusahaan sebanyak 7 rute.

b. Waktu Distribusi

Perhitungan waktu distribusi bertujuan untuk mengetahui waktu distribusi setiap mobil agar lebih optimal. Perhitungan waktu tempuh menggunakan pembagian jarak tempuh dibagi dengan kecepatan kendaraan.

Berikut merupakan tabel perbandingan waktu distribusi:

Tabel 3. Waktu *Existing*

Mobil	Waktu(Menit)
1	442,18
2	401,05
3	516,05
4	432,36
Total	1791,65

Tabel 4. Waktu Perbaikan

Cluster	Waktu (Menit)
1	391,61
2	374,07
3	411,47
4	416,92
5	108,18
Total	1702,25

Waktu distribusi rute *existing* memiliki total waktu sebesar 1791,65 menit sedangkan perbaikan memiliki total waktu sebesar 1702,25 menit. Selisih

waktu pelayanan total sebesar 89,40 menit, artinya waktu pelayanan rute perbaikan lebih kecil dari pada waktu pelayanan rute *existing*.

c. Biaya Distribusi

Perhitungan biaya bertujuan untuk mengetahui biaya-biaya yang dikeluarkan pada mobil perusahaan dalam melakukan perjalanan. Berdasarkan hasil pengolahan data, terdapat beberapa biaya yang perlu dikeluarkan untuk melakukan pengantaran yaitu biaya bahan bakar, biaya penggantian ban dan penggantian oli.

Tabel 5. Biaya Rute *Existing*

Mobil	Biaya
1	Rp 51.462,08
2	Rp 45.184,08
3	Rp 51.024,08
4	Rp 49.587,44
Total	Rp 197.257,68

Tabel 5. Biaya Rute Perbaikan

Cluster	Biaya
1	Rp 39.560,16
2	Rp 31.495,12
3	Rp 34.748,00
4	Rp 33.492,4
5	Rp 12.918,08
Total	Rp 152.213,76

Perbedaan biaya pada rute *existing* Rp 197.257,68 lebih besar dari rute menggunakan pendekatan *Algoritma Sweep* Rp 152.213,76. Selisih biayanya sebesar Rp 45.043,92. Hal ini berbanding lurus antara biaya dan jarak, semakin kecil jarak tempuh maka biaya yang dikeluarkan juga semakin kecil.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Rute yang dihasilkan pada penelitian menggunakan pendekatan *Algoritma Sweep* menghasilkan 5 *cluster* yaitu rute 1 sebesar 67,74 Km, rute 2 sebesar 53,93 Km, rute 3 sebesar 57,65 Km, rute 4 sebesar 59,95 Km dan rute 5 sebesar 22,12 Km jarak tempuh total yang dilaluinya sebesar 259,39 km. Selisih jarak antara rute *existing* dan perbaikan sebesar 78,39 Km. *Algoritma Sweep* dapat menghemat jarak sebesar 23,21 %.
2. Total waktu distribusi pada perbaikan sebesar 1702,25 menit dimana waktu ini lebih kecil

dibandingkan dengan waktu pelayanan rute *existing* sebesar 1791,65 menit. Selisih dari perbandingan tersebut sebesar 89,4 menit. Persentase yang diperoleh untuk penghematan waktu distribusi sebesar 5 %

3. Biaya Distribusi yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam sehari sebesar Rp 197.257,68 untuk keempat mobil. Menggunakan pendekatan *Algoritma Sweep* biaya yang dikeluarkan lebih hemat yaitu sebesar Rp 152.213,76. Persentase yang diperoleh untuk menghemat biaya distribusi sebesar 22,83%

DAFTAR PUSTAKA

- Nasution, M.Nur. Manajemen Transportasi, Ghalia Indonesia. Bogor, 2008. Halaman 3
- Angipora, Marius P., 2002, Dasar-Dasar Pemasaran, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta. Hal 295.
- Ballou, Ronald H, *Bussiness Logistics /Supply Chain Management Fifth Edition*, Pearson Education International, Ohio, 2005.
- Ikfan, Noer dan Ilyas, Masulidin. 2013. *Penentuan Rute Transportasi Terpendek Untuk Meminimalkan Biaya Menggunakan Metode Saving Matriks*. Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol 12, No.2 pp 165-178. Des 2013 ISSN 1412-6869
- Kumar, V. V., Senthil, Jayachitra, R. 2016. *Linear Sweep Algorithm for Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery between Two Depots with several Nodes*. Global Journal of Pure and Applied
- Khairandy, Ridwan. Pokok-Pokok Hukum Dagang Indonesia, cetakan kedua (Yogyakarta: FH UII Press, 2014), hlm.371.
- Tandjung, 2004. Marketing Management: Pendekatan Pada Nilai-Nilai Pelanggan, Edisi Kedua. Penerbit Bayumedia, Malang.
- Toth P, Vigo D. (2002). An Overview of vehicle routing problems. Di dalam Toth, P et al., editor. The Vehicle Routing Problem. Philadelphia: Siam. Hlm 1-26
- Gunawan., Indra, Maryati., dan Kurniawan, Wibowo Henry: 2012. *Optimasi Penentuan Rute Kendaraan Pada Sistem Distribusi Barang Dengan Ant Colony Optimization*. Seminar Nasional Teknologi dan Informatika. 979-26-0255-0

Biografi

Arnita Rozalina, lahir pada tanggal 16 Maret 1998 di Sanggau, Indonesia, merupakan puteri kedua dari pasangan Ambo dan Saroit. Penulis sebelumnya menempuh pendidikan di SD Negeri 29 Sanggau lulus pada tahun 2009, SMP Negeri 3 Sanggau lulus pada tahun 2012, dan SMA Negeri 1 Sanggau lulus pada tahun 2015. Penulis menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura mulai dari tahun 2015 dan berhasil menyelesaikan program sarjana dengan gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada tahun 2020.

Silvia Uslianti, lahir di Pontianak, 31 Agustus 1972. Tahun 1996 dia memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) dari Universitas Islam Indonesia (UII) dengan bidang keahlian Teknik Industri. Sedangkan gelar Magister Teknik (M.T.) di peroleh dari ITS dengan bidang keahlian Teknik Industri. Sejak tahun 1998 sampai dengan sekarang, dia merupakan dosen tetap pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.

Pepy Anggela, lahir di Serukam, 26 Februari 1988 Tahun 2010 memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) dari Universitas Muhammadiyah Malang (UMM) dengan bidang keahlian Teknik Industri. Kemudian gelar Magister Teknik (M.T.) di peroleh dari Universitas Indonesia (UI) dengan bidang keahlian Teknik Industri pada tahun 2012. Sejak tahun 2014 sampai dengan sekarang, merupakan dosen tetap pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.