



MODEL JARINGAN DISTRIBUSI BERAS OPTIMAL MENGGUNAKAN ALGORITMA FLOYD WARSHALL

LILIK MUZDALIFAH¹, KRESNA OKTAFIANTO², EKA DITA MUSTIKA³

¹Program Studi Matematika FMIPA Universitas PGRI Ronggolawe, muzdalifahlilik@gmail.com

¹Program Studi Matematika FMIPA Universitas PGRI Ronggolawe, kresnaoktafianto@unirow.ac.id

¹Program Studi Matematika FMIPA Universitas PGRI Ronggolawe, ekaditamustika19@gmail.com

Abstrak

Pengembangan model jaringan distribusi beras yang optimal bertujuan untuk menentukan rute terpendek saluran distribusi beras dari petani ke konsumen. Model jaringan distribusi beras dibuat berdasarkan data yang didapatkan dari hasil survey dan wawancara terhadap lembaga distribusi beras di Kecamatan Palang Kabupaten Tuban. Data dimodelkan ke dalam suatu jaringan yang terdiri dari himpunan titik dan himpunan garis yang menghubungkan titik-titik tersebut. Titik mewakili lembaga distribusi dan garis mewakili hubungan aliran beras antar lembaga distribusi. Model jaringan yang terbentuk dioptimalkan menggunakan algoritma Floyd Warshall dengan meminimalkan margin pemasaran. Margin pemasaran terdiri atas biaya pemasaran (biaya tenaga kerja, transportasi, pungutan liar, penyusutan, dan sewa tempat) dan keuntungan pemasaran/ target keuntungan yang diharapkan oleh masing-masing lembaga distribusi. Margin pemasaran dihitung melalui selisih harga jual/ harga beli antar dua lembaga distribusi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma Floyd Warshall efektif dan efisien dalam mengoptimalkan jaringan distribusi beras. Akan tetapi, algoritma ini tidak dapat mengidentifikasi solusi alternatif secara langsung. Rute terpendek distribusi beras dari petani ke konsumen di Kecamatan Palang Kabupaten Tuban dapat dicapai dengan mengikuti jalur distribusi pada jaringan distribusi beras yang telah dioptimalkan.

Kata kunci: Algoritma Floyd Warshall, Distribusi Beras, Jaringan Distribusi Beras, Rute Terpendek

1 Pendahuluan

Beras merupakan kebutuhan pokok bagi masyarakat Indonesia, sehingga kegiatan pengadaan dan distribusi beras menjadi sangat penting dalam menciptakan stabilitas ekonomi nasional, menjaga ketahanan pangan, meningkatkan pendapatan, dan kesejahteraan petani, serta melindungi kepentingan konsumen (Permendagri Nomor 19/M-DAG/PER/3/2014 tentang Ketentuan Ekspor Dan Impor Beras). Kabupaten Tuban merupakan daerah dengan luas area tanam padi sawah sebesar 96.347 hektar. Total produksi padi sawah dari 20 kecamatan di Kabupaten Tuban pada Tahun 2016

2000 Mathematics Subject Classification: 90B10

Tanggal masuk: 27-09-18; direvisi: 29-10-18; diterima: 30-10-18.

mencapai 572.887 ton per tahun [1]. Awal tahun 2018 hingga saat ini harga beras di beberapa daerah di Indonesia, khususnya di Kabupaten Tuban, mengalami kenaikan. Salah satu penyebab kenaikan harga beras adalah jalur distribusi beras yang kurang efisien. Jalur distribusi beras yang terlalu panjang mengakibatkan margin pemasaran meningkat, sehingga harga beras juga mengalami peningkatan. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan analisis terhadap model jalur distribusi beras yang optimal dengan mempertimbangkan hubungan aliran beras dan meminimalkan margin pemasaran. Rute terpendek merupakan permasalahan menentukan rute (jalur) terpendek antara sumber ke tujuan, dalam suatu jaringan transportasi [2][3].

Berbagai permasalahan rute terpendek dapat diselesaikan dengan algoritma rute terpendek yaitu algoritma Dijkstra dan Floyd Warshall. Algoritma Dijkstra dan Floyd Warshall merupakan algoritma deterministik. Pada setiap langkah eksekusi hanya terdapat satu jalan untuk diproses, jika tidak ada jalan maka algoritma dianggap selesai. Algoritma tersebut selalu memberikan solusi yang tetap untuk suatu input yang diberikan. Algoritma Dijkstra hanya menentukan rute terpendek antara satu titik asal (sumber) dengan semua titik lainnya dalam jaringan, sedangkan algoritma Floyd Warshall dapat menentukan rute terpendek antara sebarang dua titik dalam jaringan. Algoritma Floyd Warshall terbukti unggul daripada algoritma Dijkstra, karena algoritma Floyd Warshall memiliki *recovery time* yang lebih cepat [4]. Algoritma Floyd Warshall dengan pemrograman yang dinamis juga lebih menjamin penemuan solusi optimum untuk kasus penentuan rute terpendek. Algoritma Floyd Warshall banyak diterapkan pada masalah penentuan rute terpendek, seperti masalah pengiriman barang, evakuasi korban bencana alam (tsunami), tata letak parkir, dan jaringan pariwisata [5][6][7][8].

Berdasarkan permasalahan tersebut, pada penelitian ini dikembangkan model jaringan distribusi beras yang optimal di Kabupaten Tuban dengan menggunakan algoritma Floyd Warshall. Pemodelan jaringan distribusi beras tersebut diharapkan dapat memperpendek jalur distribusi beras dari petani ke konsumen sehingga dapat mengurangi margin pemasaran, yang berdampak pada penurunan harga eceran beras di pasaran.

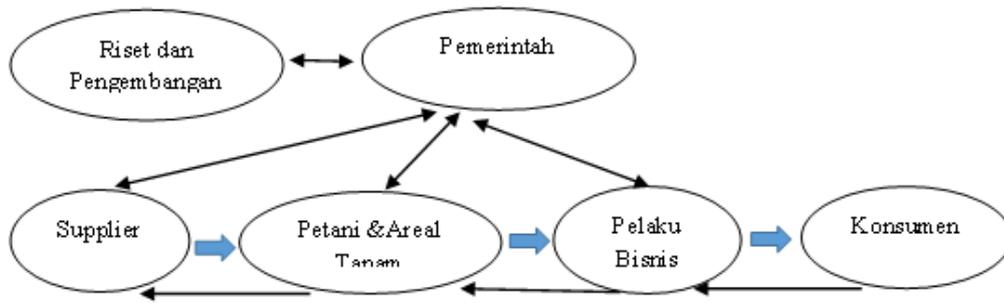
2 Landasan Teori

2.1 Distribusi Pangan (Beras)

Distribusi pangan merupakan suatu kegiatan atau serangkaian kegiatan untuk menyalurkan pasokan pangan secara merata setiap saat guna memenuhi kebutuhan pangan masyarakat (Undang-Undang No.18 tahun 2012 tentang Pangan).Aspek penting yang terlibat dalam proses distribusi pangan yaitu *channel of distribution* (lembaga yang berfungsi sebagai saluran distribusi) dan *physical distribution* (aktivitas penyaluran arus fisik barang). Kegiatan distribusi pangan beserta lembaga distribusi dan arus fisiknya digambarkan seperti pada Gambar 1.

Jenis-jenis lembaga distribusi pangan ada tiga, yaitu:

1. Lembaga distribusi yang bukan pemilik namun mempunyai kuasa atas produk (*agent middleman*), seperti perantara, makelar, atau broker.
2. Lembaga distribusi yang memiliki dan menguasai produk pertanian yang diperjualbelikan, seperti Gapoktan, pedagang pengepul atau pengumpul, penebas, tengkulak atau *contract buyer, whole seller*, eksportir, dan importir.
3. Lembaga distribusi yang tidak memiliki dan tidak menguasai produk pertanian yang ditransaksikan, seperti pabrik, organisasi fasilitator, dan asosiasi perdagangan.



Gambar 1: Kegiatan Distribusi Pangan (Sumber : Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kab. Tuban)

Distribusi beras menghadapi berbagai persoalan, diantaranya rendahnya harga jual di tingkat petani produsen, pola saluran pemasaran, margin, dan efisiensi pemasaran [9]. Harga jual beras sangat bergantung pada margin pemasarannya. Semakin besar margin pemasaran maka semakin tinggi harga jual eceran beras.

Margin pemasaran merupakan perbedaan harga yang dibayar konsumen dengan harga yang diterima produsen [10]. Margin pemasaran terdiri atas biaya pemasaran dan keuntungan pemasaran.

$$MP_{ij} = BP_{ij} + KP_i \quad (1)$$

Persamaan 1 dapat pula direpresentasikan sebagai selisih antara harga beli beras oleh lembaga distribusi j (harga jual beras oleh lembaga distribusi i kepada lembaga distribusi j) dengan harga beli beras oleh lembaga distribusi i .

$$\begin{aligned} MP_{ij} &= HB_j - HB_i \\ MP_{ij} &= HJ_{ij} - HB_i \end{aligned} \quad (2)$$

Keterangan:

MP_{ij} : Margin Pemasaran dari lembaga distribusi i ke lembaga distribusi j

BP_j : Biaya Pemasaran dari lembaga distribusi i ke lembaga distribusi j

KP_j : Keuntungan Pemasaran yang ditargetkan oleh lembaga distribusi i

HB_j : Harga Beli beras oleh lembaga distribusi j

HB_i : Harga Beli beras oleh lembaga distribusi i

HJ_{ij} : Harga Jual beras oleh lembaga distribusi i kepada lembaga distribusi j

2.2 Rute Terpendek

Rute terpendek merupakan suatu permasalahan menentukan rute (jalur) terpendek antara sumber (titik asal) ke tujuan, dalam suatu jaringan. Adapun jenis permasalahan jalur terpendek, yaitu rute terpendek antara dua titik, rute terpendek antara suatu titik ke semua titik lainnya, dan rute terpendek antara semua titik ke semua titik lainnya. Untuk menyelesaikan masalah rute terpendek digunakan algoritma Dijkstra dan Floyd Warshall.

2.2.1 Algoritma Dijkstra

Algoritma Dijkstra merupakan algoritma untuk menentukan rute terpendek antara suatu titik asal (sumber) dengan semua titik lainnya dalam jaringan. Misalkan u_i adalah jarak terpendek dari titik asal 1 ke titik i , didefinisikan $d_{ij} (\geq 0)$ sebagai panjang cabang (i, j) . Label untuk titik j yang akan segera sukses didefinisikan,

$$[u_j, i] = [u_j + d_{ij}, i], d_{ij} \geq 0 \quad (3)$$

Label untuk titik awal adalah $[0, -]$, menunjukkan bahwa titik tersebut tidak memiliki titik pendahulu. Label titik pada algoritma Dijkstra ada dua macam, yaitu label temporer dan permanen. Label temporer dimodifikasi jika ditemukan rute yang lebih pendek menuju ke suatu titik. Jika tidak ditemukan rute yang lebih baik (lebih pendek), maka status label temporer diganti dengan permanen.

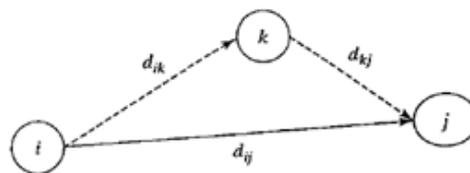
Langkah 0 Memberikan label pada titik awal (misal titik 1) dengan label permanen $[0, -]$. Set $i = 1$.

Langkah i

1. Menghitung label temporer $[u_i + d_{ij}, i]$ untuk setiap titik j yang dapat dicapai dari titik i , dimana j tidak berlabel permanen. Jika titik j (melalui titik k) sebelumnya telah diberikan label $[u_j, k]$ dan jika $u_i + d_{ij} < u_j$, ganti $[u_j, k]$ dengan $[u_i + d_{ij}, i]$.
2. Jika semua titik berlabel permanen, berhenti. Jika tidak, pilih label $[u_r, s]$ dengan jarak terpendek (u_r) diantara semua titik berlabel temporer. Set $i = r$ dan mengulangi langkah i .

2.2.2 Algoritma Floyd Warshall

Algoritma Floyd Warshall dapat menentukan rute terpendek antara sebarang dua titik dalam jaringan. Jaringan dengan n titik direpresentasikan ke dalam suatu matriks persegi $n \times n$. Entri (i, j) merupakan jarak antara titik i dengan titik j (d_{ij}), yang berupa bilangan hingga jika titik i terhubung langsung dengan titik j , dan berupa bilangan tak hingga jika tidak demikian. Ide *Triple Operation* dari algoritma Floyd direpresentasikan seperti Gambar 2. Pencapaian titik j dari i melalui k akan lebih singkat/pendek jika $d_{ik} + d_{kj} < d_{ij}$.



Gambar 2: *Triple Operation* pada Algoritma Floyd

Langkah 0 Mendefinisikan jarak awal pada matriks D_0 dan barisan titik pada matriks S_0 . Elemen diaogonal dilambangkan $(-)$, mengindikasikan bahwa rute terblokir (tidak ada rute dari sebarang titik i ke titik itu sendiri). Atur $k = 1$.

$$D_0 = \begin{pmatrix} - & d_{12} & \cdots & d_{1j} & \cdots & d_{1n} \\ d_{21} & - & \cdots & d_{2j} & \cdots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ d_{i1} & d_{i2} & \cdots & d_{ij} & \cdots & d_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \cdots & d_{nj} & \cdots & - \end{pmatrix}$$

$$S_0 = \begin{pmatrix} - & 2 & \cdots & j & \cdots & n \\ 1 & - & \cdots & j & \cdots & n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & 2 & \cdots & j & \cdots & n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & 2 & \cdots & j & \cdots & - \end{pmatrix}$$

Langkah k Mendefinisikan baris k dan kolom k sebagai **baris dan kolom pivot**. Menerapkan *triple operation* untuk setiap elemen d_{ij} di $D_{(k-1)}$, untuk setiap i dan j . Jika kondisi $d_{ik} + d_{kj} < d_{ij}$, $i \neq k$, $j \neq k$, $i \neq j$ terpenuhi, kemudian dilakukan perubahan berikut:

1. Membuat matriks D_k dengan mengganti d_{ij} di $D_{(k-1)}$ dengan $d_{ik} + d_{kj}$
2. Membuat matriks S_k dengan mengganti s_{ij} di $S_{(k-1)}$ dengan k .

Atur $k = k + 1$. Jika $k = n + 1$ berhenti, jika tidak mengulangi langkah k .

Setelah langkah n , rute terpendek dari titik i ke titik j ditentukan dari matriks D_n dan S_n , dengan aturan:

1. Dari matriks D_n , d_{ij} merupakan jarak terpendek antara titik i dengan titik j
2. Dari matriks S_n , menentukan **titik antara** $k = s_{ij}$ yang memenuhi rute $i \rightarrow k \rightarrow j$. Jika $s_{ik} = k$ dan $s_{kj} = j$ berhenti. Jika tidak, mengulangi langkah ini untuk mencari titik antara dari titik i dan k , serta titik antara dari titik k dan j .

3 Metode Penelitian

3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, meliputi persiapan dan pelaksanaan.

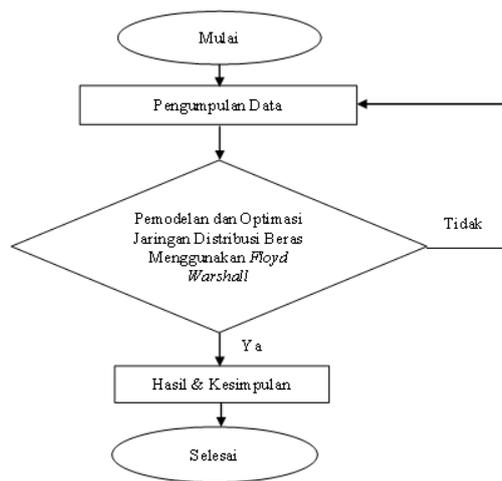
- a. Pada tahap persiapan dilakukan proses wawancara kepada Kepala Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kabupaten Tuban terkait jalur distribusi beras dan berbagai kajian yang telah dilakukan. Pertanyaan wawancara meliputi lembaga-lembaga yang terlibat dalam distribusi beras serta permasalahan yang dihadapi dalam pendistribusian beras mulai dari petani sampai ke tangan konsumen.
- b. Pada tahap pelaksanaan dilakukan pengambilan data primer dari masing-masing lembaga distribusi beras di Kecamatan Palang, Kabupaten Tuban. Data yang diambil meliputi data lembaga distribusi, aliran distribusi, biaya produksi di tingkat petani, harga beli dan harga jual di masing-masing lembaga distribusi, biaya penggilingan, serta biaya dan jasa angkut.

3.2 Peubah Yang Diamati/ Diukur

Peubah-peubah yang diamati atau diukur dalam penelitian ini adalah biaya produksi di tingkat petani, harga beli dan harga jual di masing-masing lembaga distribusi, biaya penggilingan, serta biaya dan jasa angkut.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan dari penelitian ini disusun seperti pada gambar 3. Proses pengolahan data menjadi model jaringan distribusi dan optimasinya selalu dievaluasi untuk mendapatkan hasil yang valid. Jika terdapat ketidakcukupan data yang diperoleh di lapangan, seperti 1) adanya jalur yang terputus antar lembaga distribusi, 2) adanya besaran peubah yang tidak cocok antar lembaga distribusi, dan 3) hasil sementara yang jauh dari Harga Eceran Tertinggi (HET) beras di tingkat konsumen, maka peneliti kembali melakukan pengambilan data. Jika data sudah mencukupi untuk dijadikan model jaringan distribusi dan dapat dioptimasi dengan hasil yang baik, maka peneliti melakukan penarikan kesimpulan terhadap hasil penelitian.



Gambar 3: Rancangan Penelitian

4 Hasil dan Pembahasan

Hasil dari penelitian ini adalah jaringan distribusi beras di Kecamatan Palang, Kabupaten Tuban, dengan bobot berupa margin pemasaran. Lembaga distribusi yang terlibat dalam jaringan antara lain petani, tengkulak, penggilingan, agen, pedagang grosir, pedagang eceran, dan konsumen. Jaringan distribusi yang terbentuk kemudian dioptimalkan menggunakan algoritma Floyd Warshall untuk mendapatkan jalur distribusi beras yang optimal dengan margin minimal.

4.1 Jaringan Distribusi Beras di Kec. Palang Kab. Tuban

Jaringan distribusi beras dibentuk dengan mengumpulkan data berupa lembaga distribusi yang terlibat, alur distribusi, serta margin pemasaran antar dua lembaga distribusi. Berdasarkan hasil survey dan wawancara, lembaga distribusi yang terlibat dalam jaringan distribusi beras di Kec. Palang Kab. Tuban adalah petani, tengkulak, penggilingan, agen, pedagang grosir, pedagang eceran, dan konsumen. Data petani didapatkan dari Dinas Pertanian Kabupaten Tuban, yaitu berupa data Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) di Kec. Palang Kab. Tuban, seperti pada Tabel 1. Berdasarkan hasil survey dan wawancara terdapat 12 dari 16 Gapoktan di Kec. Palang Kab. Tuban yang produktif dengan rata-rata biaya produksi gabah sebesar Rp. 3.320,-/kg, dan harga jual GBP yang variatif kepada tengkulak/ penggilingan. Sedangkan untuk data penggilingan yang diperoleh dari hasil wawancara disajikan pada Tabel 2. Data nomor 1 sampai 3 merupakan data penggilingan, sedangkan data nomor 4 sampai 11 merupakan data penggilingan yang sekaligus berlaku sebagai tengkulak.

Berdasarkan hasil survey dan wawancara terhadap penggilingan di Kec. Palang Kab. Tuban, didapatkan harga beli dan harga jual beras di tingkat penggilingan, serta informasi terkait jalur distribusi beras dari penggilingan. Beras dari penggilingan didistribusikan ke agen-agen di Kec. Palang, luar Kec. Palang dalam Kab. Tuban, serta kecamatan/ kabupaten di luar Kab. Tuban (luar kota) seperti Tulungagung, Banyuwangi, Jember, Gresik, Lamongan, Bojonegoro, dan Jakarta. Karena jumlah agen di Kab. Tuban dan luar Kab. Tuban yang banyak dan tersebar, pada penelitian ini diasumsikan satu agen untuk satu desa, satu agen untuk kecamatan lain di Kab. Tuban, dan satu agen untuk kecamatan/ kabupaten di luar Kab. Tuban, dengan harga beli beras ditingkat agen sama dengan rata-rata harga jual beras di tingkat penggilingan. Sedangkan pedagang grosir, pedagang eceran, dan konsumen masing-masing diasumsikan satu di Kec. Palang Kab. Tuban dengan harga jual beras yang merupakan harga jual beras medium rata-rata di Kab. Tuban per tanggal 15 Agustus 2018 seperti pada Tabel 3.

Tabel 1: Data Gapoktan di Kec. Palang (Sumber : Dinas Pertanian Kab. Tuban)

| No. | Desa | Nama Gapoktan |
|-----|-------------|-------------------|
| 1 | Ngimbang | Manunggal Rejeki |
| 2 | Wangun | Agrosetiabhakti |
| 3 | Cempokorejo | Cempaka Makmur |
| 4 | Leran Wetan | Sejahtera |
| 5 | Leran Kulon | Aneka Tani Makmur |
| 6 | Dawung | Podo Makmur |
| 7 | Tegalbang | Tani Makmur |
| 8 | Kradenan | Tani Bahari |
| 9 | Pucangan | Mulyo Tani |
| 10 | Tasikmadu | Tasik Makmur |
| 11 | Cendoro | Tani Maju |
| 12 | Sumurgung | Margomulyo |
| 13 | Glodog | Gemah Ripah |
| 14 | Gesikharjo | Mekar Sari |
| 15 | Ketambul | Sumber Rejeki |
| 16 | Panyuran | Sari Harum |

Tabel 2: Data Penggilingan Beras di Kec. Palang (Sumber : Hasil survey dan wawancara)

| No. | Penggilingan | Desa |
|-----|-------------------|-------------|
| 1 | UD. Bangkit | Cendoro |
| 2 | Joko | Kradenan |
| 3 | Gunawi | Sumurgung |
| 4 | Lasdiono | Tegalbang |
| 5 | Hj. Mia | Leran Kulon |
| 6 | UD. Sumber Pangan | Leran Kulon |
| 7 | H. Narto | Leran Kulon |
| 8 | UD. Empat Saudara | Leran Kulon |
| 9 | UD. Padi Mas | Pucangan |
| 10 | UD. Karya Utama | Leran Kulon |
| 11 | UD. Rahmat | Leran Kulon |

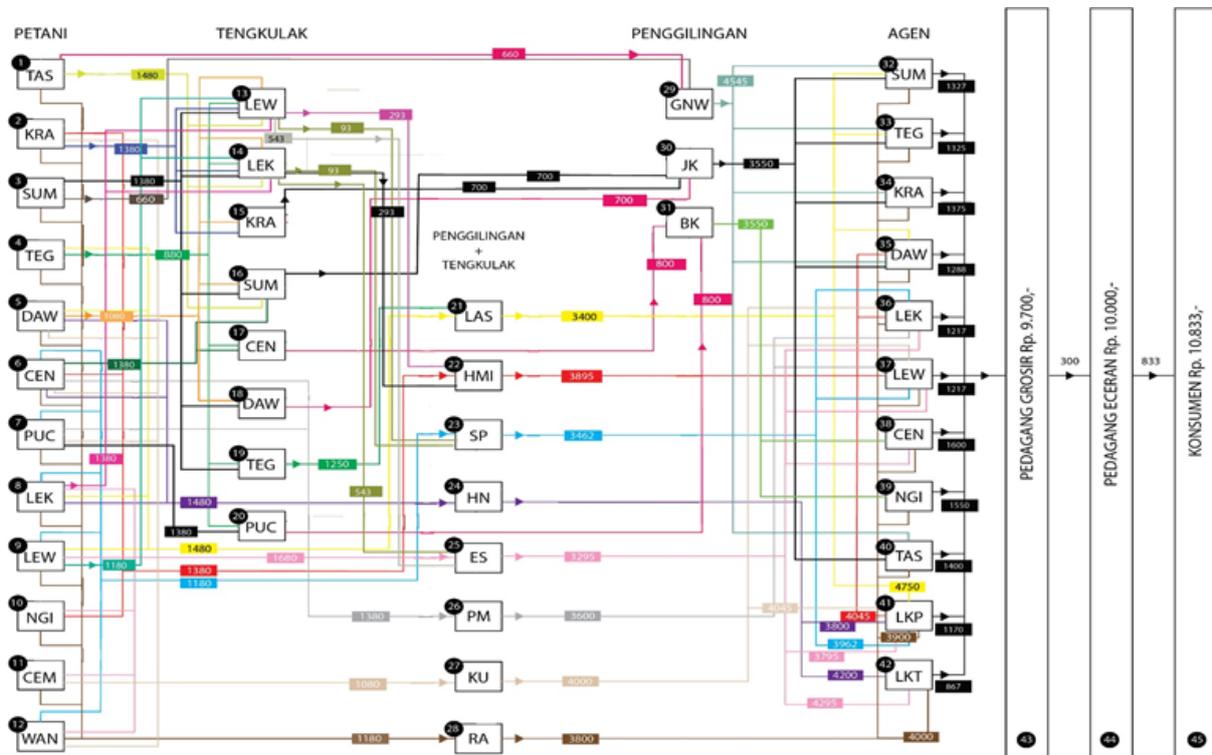
Tabel 3: Data Harga Jual Beras Medium Rata-Rata di Kab. Tuban (Sumber : Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian dan Disperindag Prop. Jatim)

| No | Tingkat | Harga |
|----|-----------------|--------------|
| 1 | Pedagang Grosir | Rp. 9.700,- |
| 2 | Pedagang Eceran | Rp. 10.000,- |
| 3 | Konsumen | Rp. 10.833,- |

Data harga beras di masing-masing tingkat lembaga distribusi digunakan untuk menghitung margin pemasaran menggunakan persamaan 1 atau 2. Sebagai contoh margin pemasaran dari petani TAS (1) ke tengkulak LEW (13) dihitung berdasarkan selisih harga beli (biaya produksi) oleh petani TAS (1) sebesar Rp. 3.320,- dengan harga beli gabah oleh LEW (13) sebesar Rp. 4.800,- sehingga didapatkan margin pemasaran sebesar Rp. 1.480,-.

Jaringan distribusi beras di Kec. Palang Kab. Tuban melibatkan 45 titik (node) yang terdiri dari 12 petani, 8 tengkulak, 8 penggilingan sekaligus tengkulak, 3 penggilingan, 11 agen, 1

pedagang grosir yang mewakili semua pedagang grosir di Kab. Tuban, 1 pedagang eceran yang mewakili semua pedagang eceran di Kab. Tuban, dan 1 konsumen yang juga mewakili semua konsumen di Kab. Tuban. Jaringan distribusi beras di Kec. Palang Kab. Tuban yang terbentuk disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4: Jaringan Distribusi Beras di Kec. Palang, Kab. Tuban

Jaringan distribusi beras pada Gambar 4 terdiri dari berbagai alternatif jalur mulai dari petani sampai ke konsumen akhir. Untuk mendapatkan jalur yang optimal dengan margin pemasaran minimal, digunakan algoritma Floyd Warshall. Langkah pertama yang dilakukan adalah menyusun matriks awal D_0 berukuran 45×45 yang berisi margin pemasaran dari lembaga distribusi asal ke lembaga distribusi tujuan dan matriks S_0 berukuran 45×45 yang berisi angka 1 sampai 45 pada masing-masing baris.

Untuk menentukan rute terpendek dengan algoritma Floyd Warshall digunakan aplikasi Scilab 6.0 karena Scilab merupakan paket komputasi numerik dengan bahasa pemrograman tingkat tinggi dan juga Scilab memiliki kesamaan fungsionalitas dengan Matlab, serta Scilab mempunyai kelebihan dibandingkan dengan Matlab karena bersifat *freeware* dan tersedia untuk berbagai sistem operasi diantaranya Windows, Mac OS/X, Unix dan Linux.

Algoritma Floyd Warshall dikodekan dengan input parameter yaitu banyaknya iterasi (n) sebesar 45. Output yang dihasilkan dari running program adalah matriks berukuran 45×45 , yaitu D_{44} dan S_{44} , yang berisi informasi terkait margin pemasaran dari sembarang dua lembaga distribusi dan alur distribusi. Cara menentukan jalur distribusi optimal dari petani ke konsumen akhir digunakan langkah-langkah Algoritma Floyd Warshall. Pada penelitian ini didapatkan jalur distribusi beras yang optimal di Kec. Palang Kab. Tuban seperti pada Tabel 4.

Tabel 4 memuat data berupa jalur distribusi beras optimal dari petani ke konsumen dengan total margin minimal, beserta pengaruhnya terhadap harga beras di tingkat konsumen. Dari berbagai jalur optimal tersebut terdapat beberapa jalur alternatif dengan total margin pemasaran yang sama. Untuk mendapatkan margin pemasaran yang minimal, petani TAS dapat menjual hasil pannya ke penggilingan sekaligus tengkulak RA untuk kemudian beras dari RA didistribusikan ke agen LEK, LEW, atau NGI, kemudian didistribusikan ke pedagang grosir, pedagang eceran,

Tabel 4: Jalur Distribusi Beras Optimal di Kec. Palang Kab. Tuban

| No. | Lembaga Distribusi Asal (Petani) | Lembaga Distribusi Tujuan | Jalur Distribusi Beras Optimal | Total Margin (Rp) | Harga Beras di Tingkat Konsumen |
|-----|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| 1 | TAS (1) | Konsumen (45) | 1-28-36/37/39-43-44-45 | 7.330 | 10.650 |
| 2 | KRA (2) | Konsumen (45) | 2-13/14-23-36/37/39-43-44-45 | 7.285 | 10.605 |
| 3 | SUM (3) | Konsumen (45) | 3-13/14-23-36/37/39-43-44-45 | 7.185 | 10.505 |
| 4 | TEG (4) | Konsumen (45) | 4-13/14-23-36/37/39-43-44-45 | 6.785 | 10.105 |
| 5 | DAW (5) | Konsumen (45) | 5-13/14-23-36/37/39-43-44-45 | 6.985 | 10.305 |
| 6 | CEN (6) | Konsumen (45) | 6-23-36/37/39-43-44-45 | 6.992 | 10.312 |
| 7 | PUC (7) | Konsumen (45) | 7-23-36/37/39-43-44-45 | 6.992 | 10.312 |
| 8 | LEK (8) | Konsumen (45) | 8-23-36/37/39-43-44-45 | 6.992 | 10.312 |
| 9 | LEW (1) | Konsumen (45) | 8-23-36/37/39-43-44-45 | 6.992 | 10.312 |
| 10 | NGI (10) | Konsumen (45) | 8-25-36/37/39-43-44-45 | 7.325 | 10.645 |
| 11 | CEM (11) | Konsumen (45) | 8-25-36/37/39-43-44-45 | 7.325 | 10.645 |
| 12 | WAN (12) | Konsumen (45) | 8-23-36/37/39-43-44-45 | 6.992 | 10.312 |

hingga konsumen, dengan total margin pemasaran yang sama yaitu Rp 7.330,-. Petani KRA dapat menjual hasil panennya pada tengkulak LEW atau LEK untuk kemudian gabah digilingkan pada penggilingan ES dan didistribusikan ke agen LEK, LEW, atau NGI, kemudian didistribusikan ke pedagang grosir, pedagang eceran, hingga konsumen, dengan total margin pemasaran yang sama yaitu Rp 7.285,-.

Berdasarkan data pada tabel 4 dapat diamati bahwa petani KRA, SUM, TEG, dan DAW memiliki jalur distribusi beras optimal yang sama (6 jalur alternatif) akan tetapi total margin pemasarannya berbeda-beda. Hal ini disebabkan harga beli Gabah Basah Panen (GBP) dari petani oleh tengkulak juga berbeda-beda sesuai dengan negosiasi atau kesepakatan antar kedua belah pihak. Lain halnya dengan petani CEN, PUC, LEK, LEW, dan NGI yang memiliki jalur distribusi beras optimal yang sama (3 jalur alternatif) dengan total margin yang sama. Harga beli GBP dari petani oleh penggilingan yang sekaligus berlaku sebagai tengkulak sudah ditetapkan atau distandarkan.

Berdasarkan hasil optimasi, petani atau tengkulak di Kec. Palang, Kab. Tuban, disarankan untuk mendistribusikan hasil panen ke penggilingan sekaligus tengkulak RA, SP, dan ES. Hal ini dikarenakan margin pemasaran dari petani ke ketiga penggilingan tersebut paling minimal diantara yang lain. Akan tetapi sebagian besar petani diarahkan untuk mendistribusikan hasil panennya ke SP, baik secara langsung maupun melalui tengkulak LEK dan LEW. Hal ini disebabkan margin pemasaran dari petani/ tengkulak ke SP sangat rendah. Penggilingan SP merupakan penggilingan sekaligus tengkulak yang berada di desa Leran Kulon. Penggilingan ini milik perorangan akan tetapi dalam operasionalnya dikelola oleh himpunan petani di beberapa desa di Kec. Palang. Dalam operasionalnya, penggilingan SP tidak mematok harga yang tinggi, petani atau tengkulak diberikan kebebasan untuk menggiling hasil panennya secara mandiri dengan hanya membayarkan jasa tempat pengeringan, jasa penggilingan/ selep, dan jasa sewa mesin, sehingga dapat menghemat biaya tenaga kerja dan margin pemasaran menjadi kecil. Beras dari RA, SP, dan ES disarankan untuk didistribusikan ke agen LEK, LEW, atau NGI. Hal ini dikarenakan biaya pemasaran dan target keuntungan dari ketiga agen tersebut paling rendah diantara agen-agen lainnya.

Proses distribusi beras di Kec. Palang, Kab. Tuban dengan mengikuti jalur distribusi yang optimal terbukti dapat memperpendek jalur distribusi dan menekan harga eceran beras di tingkat konsumen. Melalui RA, SP, dan ES, serta agen LEK, LEW, dan NGI, jalur distribusi beras dari petani ke konsumen menjadi lebih pendek. Jalur distribusi beras dari petani ke penggilingan melalui tengkulak yang bersifat pribadi dapat diminimalisir. Dengan pemilihan agen distribusi yang tepat,

maka harga beras di tingkat pedagang grosir, pedagang eceran, dan konsumen menjadi minimal. Daftar harga jual beras di tingkat konsumen dengan menggunakan jalur distribusi beras yang optimal disajikan pada tabel 4 dan didapatkan rata-rata harga beras sebesar Rp 10.418,-. Harga jual tersebut berada di bawah harga jual beras medium rata-rata di Kab. Tuban per tanggal 15 Agustus 2018, yaitu sebesar Rp 10.833,-.

5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Algoritma Floyd Warshall efektif dan efisien dalam mengoptimalkan jaringan distribusi beras. Pencarian rute terpendek distribusi beras dari 12 petani ke konsumen akhir didapatkan secara akurat dan cukup dilakukan dengan satu kali running program. Akan tetapi, algoritma ini tidak dapat mengidentifikasi solusi alternatif secara langsung.

Jaringan distribusi beras di Kecamatan Palang Kabupaten Tuban dapat dioptimalkan (diminimalkan) margin pemasaran dengan mendistribusikan beras dari petani melalui penggilingan RA, SP, atau ES, serta agen LEK, LEW, atau NGI, hingga ke konsumen. Jalur distribusi beras dari petani ke konsumen menjadi lebih pendek karena jalur pendistribusian melalui tengkulak yang bersifat pribadi terminimalisir, serta penggilingan dan agen dengan margin yang tinggi tidak terpilih dalam jaringan optimal. Sehingga didapatkan rata-rata harga jual beras di tingkat konsumen sebesar Rp 10.418,-. Harga jual tersebut berada di bawah harga jual beras medium rata-rata di Kabupaten Tuban per tanggal 15 Agustus 2018, yaitu sebesar Rp 10.833,-.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas objek penelitian dengan melibatkan beberapa kecamatan. Sehingga jaringan yang terbentuk lebih variatif dan jalur distribusi beras antar kota dapat terakomodasi. Selanjutnya, disarankan untuk menggunakan algoritma yang dapat mengidentifikasi solusi alternatif secara langsung, seperti *Tabu Search*. Lebih lanjut, dapat pula digunakan algoritma-algoritma metaheuristik, seperti *Cuckoo Search*, *Genetic Algorithm*, *Ant Colony*, dan sejenisnya.

Referensi

- [1] B. P. S. K. Tuban, "Luas Tanam dan Panen, Produktivitas dan Produksi Padi Sawah 2016," 2017.
- [2] J. J. Siang, *Riset Operasi Dalam Pendekatan Algoritmis, Edisi 2*. Yogyakarta: Andi Offset, 2014.
- [3] H. A. Taha, *Operations Research: An Introduction, Eighth Edition*. New Jersey: Pearson Education Inc, 2007.
- [4] M. H. H. Ibrahim Attamimi, Widi Yahya, "Analisis Perbandingan Algoritma Floyd-Warshall dan Dijkstra untuk Menentukan Jalur Terpendek Pada Jaringan Openflow," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 1, no. 12, pp. 1842–1849, 2017.
- [5] A. R. Hasibuan, "Penerapan Algoritma Floyd Warshall Untuk Menentukan Jalur Terpendek Dalam Pengiriman Barang," *Jurnal Riset Komputer (JURIKOM)*, vol. 3, no. 6, pp. 20–24, 2016.

- [6] I. M. E. D. Ajeng Fitrah Sani, Ni Ketut Tari Tastrawati, “Algoritma Floyd Warshall Untuk Menentukan Jalur Terpendek Evakuasi Tsunami Di Kelurahan Sanur,” *E-Jurnal Matematika*, vol. 2, no. 1, pp. 1–5, 2013.
- [7] N. K. D. A. Jayanti, “Penggunaan Algoritma Floyd Warshall dalam Masalah Jalur Terpendek pada Penentuan Tata Letak Parkir,” *Makalah diseminarkan dalam Seminar Nasional Informatika STMIK STIKOM Bali*, 2014.
- [8] F. W. Ningrum, “Penerapan Algoritma Floyd-Warshall dalam Menentukan Rute Terpendek pada Pemodelan Jaringan Pariwisata di Kota Semarang,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 21–24, 2016.
- [9] P. A. P. Andriano R Manoppo, Joachim N K Dumais, “Perbandingan Pemasaran Beras Berdasarkan Musim Panen Di Kecamatan Kakas Barat,” *Jurnal Agri-Sosio Ekonomi (ASE)*, vol. 12, no. 3, pp. 125–134, 2016.
- [10] E. Ruauw, “Kajian Distribusi Pangan Pokok Beras di kabupaten Kepulauan Talaud,” *Jurnal Agri-Sosio Ekonomi(ASE)*, vol. 11, no. 1, pp. 58–68, 2015.