

PEMODELAN DISTRIBUSI MULTIESELON DAN MULTI MODA PADA PRODUK BAWANG MERAH DAN CABAI

Nur Arief Hidayatulloh, Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D.

Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

email: vanany@ie.its.ac.id

Abstrak---Harga komoditas bawang merah dan cabai sering mengalami fluktuasi. Fluktuasi ini terutama disebabkan karena dua hal yaitu permintaan-penawaran tidak seimbang dan distribusi yang kurang baik. Penelitian ini akan mengungkapkan penyebab dari permintaan-penawaran yang tidak seimbang dan membuat model untuk menyelesaikan permasalahan distribusi. Data yang digunakan merupakan data dalam waktu satu tahun dan akan dibagi menjadi tiga periode dimana setiap periode terdiri dari empat bulan. Adanya *gap* pada permintaan-penawaran akan diselesaikan dengan solusi yang disesuaikan dengan kondisi dari *gap*. Model distribusi yang dibuat merupakan model yang meminimalkan biaya dan waktu pengiriman.

Penelitian dimulai dengan mengumpulkan data produksi dan konsumsi. Data biaya dan waktu menggunakan data *dummy*. Setelah data produksi dan konsumsi didapatkan, maka dilakukan *forecast*. Hasil dari *forecast* akan digunakan untuk *running* model yang dibuat. Setelah hasil kondisi eksisting didapatkan, maka selanjutnya dilakukan pengujian skenario untuk memberikan alternatif solusi. Skenario yang diuji adalah mengubah jumlah pedagang pengumpul dan pedagang besar

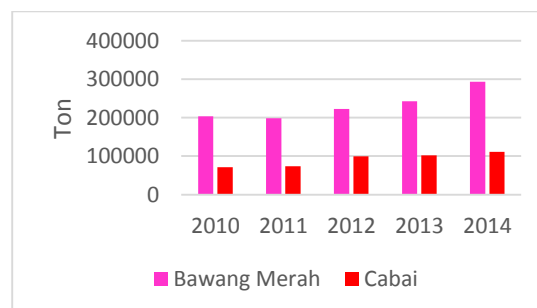
Kata Kunci---Bawang Merah, Cabai, Distribusi, *Gap*, *Linear Programming*

I PENDAHULUAN

Harga komoditas bahan pangan setiap tahunnya tidak dapat diprediksikan. Namun, harga komoditas bahan pangan cenderung

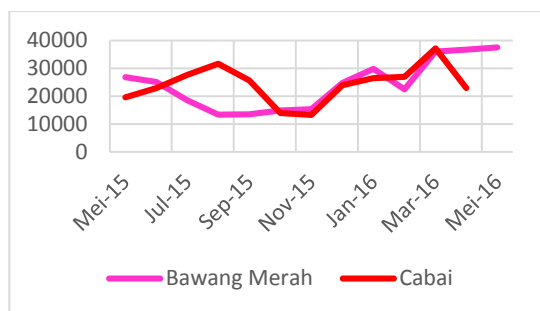
mengalami kenaikan setiap tahunnya. Bahkan perbedaan harga yang cukup tinggi dapat ditemukan diantara petani hingga ke pengecer. Berdasarkan hasil survey ditemukan bahwa rata-rata keuntungan pedagang beras mencapai 10.42%, pedagang cabai 25.33%, dan pedagang bawang merah 22.61% (Ardhita, Telaah, 2016).

Komoditas bawang merah dan cabai di Jawa Timur meskipun dalam tahun 2010-2014 mengalami kenaikan produksi, namun harga bawang merah dan cabai tidak stabil. Pada Gambar 1 dapat terlihat bahwa dari tahun 2010-2014 terjadi kenaikan produksi bawang merah dan cabai di Jawa Timur.



Gambar 1. Produksi Bawang Merah dan Cabai Tahun 2010-2014 di Jawa Timur (Statistik, Indikator Pertanian 2014 Provinsi Jawa Timur, 2014)

Ketidak stabilan harga dari bawang merah dan cabai terjadi di seluruh wilayah Jawa Timur. Gambar 2 menunjukkan fluktuasi dari harga bawang merah dan cabai di Jawa Timur. Sebagai contoh, rata-rata harga bawang merah per Kg di Jawa Timur pada Januari 2016 sebesar Rp 29,766, namun pada Februari 2016 harga per Kg menjadi Rp 22,499. Harga bawang merah per Kg tiba-tiba menjadi naik di bulan Maret 2016 menjadi Rp 36,002. Kenaikan dan penurunan dari harga bawang merah per Kg ini berfluktuasi dan tidak dapat diduga.



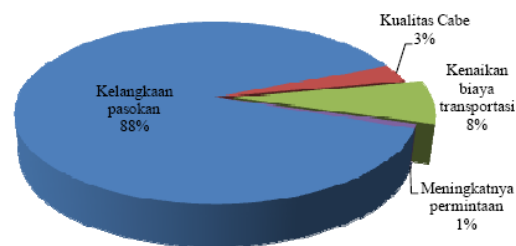
Gambar 2. Rata-Rata Harga Bawang Merah dan Cabai per Kg di Jawa Timur Bulan Mei 2015 – Mei 2016 (Jatim, 2016)

Fluktuasi harga cabai lebih tidak stabil jika dibandingkan fluktuasi harga bawang merah. Gambar 2 menunjukkan rata-rata harga cabai per Kg di Jawa Timur. Terlihat bahwa fluktuasi dari harga cabai ini sangat tinggi. Sebagai contoh, pada bulan Februari 2016 harga cabai adalah Rp 26,953 per Kg. Bulan Maret 2016 harga cabai per Kg tiba-tiba melonjak menjadi Rp 37,162. Bulan April 2016 harga cabai per Kg mengalami penurunan cukup tajam. Harga cabai per Kg pada bulan April 2016 sebesar Rp 22,862. Perlu adanya perbaikan untuk mengatasi fluktuasi harga bawang merah dan cabai ini.

Kenaikan harga dari bawang merah dan cabai ini dipengaruhi oleh beberapa hal. Berdasarkan hasil survey Bank Indonesia (Prastowo, Yanuarti, & Depari, 2008), beberapa hal yang memengaruhi kenaikan harga bawang merah dan cabai antara lain adalah tidak seimbangnya penawaran-permintaan dan proses distribusi dari bawang merah dan cabai yang tidak efisien.

Keseimbangan dari penawaran-permintaan perlu dijaga agar harga dapat stabil. Berdasarkan hukum permintaan, semakin murah harga suatu barang maka akan semakin banyak permintaannya. Apabila harga semakin mahal, maka permintaan akan semakin sedikit. Apabila terjadi keseimbangan antara penawaran dan permintaan, maka harga yang terbentuk akan memuaskan bagi pemberi penawaran dan pemberi permintaan.

Tidak terjadinya keseimbangan penawaran-permintaan ini lebih disebabkan karena faktor kelangkaan komoditas. Sebagai contoh, berdasarkan survei Bank Indonesia, ditemukan bahwa faktor kelangkaan merupakan faktor utama yang membuat pedagang menaikkan harga komoditas cabai. Faktor ini menyumbang sebesar 88% dari seluruh penyebab pedagang menaikkan harga.



Gambar 3. Alasan Pedagang Menaikkan Harga Komoditas Cabai (Prastowo, Yanuarti, & Depari, 2008)

Kelangkaan pasokan dapat disebabkan oleh keadaan alam. Keadaan alam seperti musim kemarau berkepanjangan dapat membuat panen hasil pertanian akan berkurang. Selain itu adanya badai juga dapat membuat penurunan produksi panen. Faktor alam ini umumnya tidak dapat dikendalikan oleh manusia.

Faktor proses distribusi juga memiliki peranan terhadap kenaikan harga komoditas. Faktor proses distribusi ini lebih banyak disebabkan oleh kenaikan harga bahan bakar minyak. Pengaruh harga bahan bakar minyak terhadap komoditas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Harga Bahan Bakar Minyak terhadap Harga Komoditas

	Beras	Daging Sapi	Cabai
Sebelum	135	190	603
Sesudah	179	244	784
Selisih	44	55	181

Sumber : Prastowo, et al., 2008

Selain adanya kenaikan harga bahan bakar minyak, panjangnya rantai distribusi bawang merah dan cabai juga memberikan dampak kenaikan harga. Secara umum, rantai distribusi bawang merah dan cabai adalah melalui petani, kemudian pedagang besar, lalu pengecer, dan terakhir konsumen (Dewi, 2008). Panjangnya rantai distribusi ini membuat setiap pihak mengambil keuntungan sehingga meningkatkan biaya distribusi.

Biaya distribusi ini menyumbang sekitar 10%-20% dari harga produk. Hal ini dapat terlihat dari hasil wawancara yang dilakukan dan data pada Tabel 1.1. Wawancara yang dilakukan pada jasa ekspedisi komoditas di Jawa Timur dengan menggunakan kereta memberikan biaya per Kg sebesar Rp 3,000. Biaya ini sebesar 8%-22% dari harga jual bawang merah ataupun cabai. Pada tahun 2008

menunjukkan biaya pengiriman per Kg sekitar Rp 784. Biaya ini sebesar 8%-12% dari harga jual produk ke konsumen. Perbaikan pada distribusi bawang merah dan cabai ini diharapkan dapat memangkas harga bawang merah dan cabai secara keseluruhan.

Dalam rangka menyelesaikan permasalahan harga pada komoditas terutama bawang merah dan cabai, maka dilakukanlah penelitian ini. Pemilihan bawang merah dan cabai dikarenakan tingginya fluktuasi harga bawang merah dan cabai di Indonesia. Penyelesaian permasalahan dilakukan melalui perbaikan pada distribusi dari bawang merah dan cabai. Proses penyelesaian dilakukan dengan membuat model program linear untuk dapat menentukan jumlah bawang merah dan cabai yang tepat untuk dikirimkan ke lokasi tujuan dengan meminimalkan biaya dan waktu.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Tahap Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan merupakan studi mengenai teori yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Studi literatur yang dilakukan berkaitan dengan *linear programming* dan teori-teori *forecast* seperti *exponential smoothing*, *trend based*, dan *winter/s*.

Tahap Studi Lapangan

Tahap studi lapangan merupakan tahap mempelajari kondisi eksisting dari objek penelitian melalui berbagai sumber. Beberapa hal yang perlu dipelajari mengenai kondisi eksisting antara lain adalah kondisi distribusi dan kondisi permintaan dan penawaran.

Pengumpulan Data

Pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan data-data yang menunjang pengerjaan penelitian. Beberapa data tersebut antara lain adalah data mengenai permintaan dan penawaran. Beberapa data yang lain seperti biaya pengiriman, waktu pengiriman, dan lain lain menggunakan data *dummy*. Penggunaan data *dummy* ini dikarenakan fokus dari penelitian adalah pada pembuatan model distribusi.

Data Forecast

Data yang telah dikumpulkan pada tahap sebelumnya akan dilakukan *forecast*. Penggunaan *forecast* dimaksudkan agar data

yang didapatkan dapat diproyeksikan pada kondisi mendatang. Metode *forecast* yang digunakan adalah metode *exponential smoothing*, *trend based*, dan *winter's*.

Pemilihan Hasil Forecast

Hasil *forecast* dari masing-masing metode akan berbeda-beda. Perlu ada pemilihan dari hasil metode *forecast* yang digunakan. Pemilihan ini berdasarkan pada tingkat *error* paling kecil.

Penentuan Fungsi Tujuan

Setelah data yang dibutuhkan telah didapatkan, maka selanjutnya adalah membuat model distribusi. Pembuatan model distribusi terlebih dahulu harus ditentukan fungsi tujuan dari model. Fungsi tujuan dari model yang akan dibuat adalah meminimasi biaya pengiriman dan waktu pengiriman.

Penentuan Variabel dan Parameter

Setelah diketahui fungsi tujuan yang akan diselesaikan, selanjutnya adalah menentukan variabel dan parameter yang akan digunakan. Variabel yang harus didefinisikan adalah variabel keputusan yang akan memengaruhi nilai dari fungsi tujuan.

Penentuan Konstrain

Pada tahap ini dilakukan penentuan konstrain-konstrain yang memengaruhi fungsi tujuan. Konstrain yang ada merupakan konstrain terhadap biaya pengiriman dan waktu pengiriman. Apabila konstrain telah dibuat, maka model telah selesai dibuat. Model yang telah selesai dibuat ini selanjutnya dilakukan verifikasi dan validasi. Verifikasi dilakukan dengan memastikan bahwa model yang dibuat tidak *error* ketika dijalankan. Validasi dilakukan dengan melakukan uji coba nilai ekstrem.

Pengujian Skenario Pengumpul

Tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian pada jumlah pengumpul. Perubahan akan dilakukan terhadap jumlah pengumpul. Perubahan ini baik berupa penambahan maupun pengurangan jumlah pengumpul.

Pengujian Skenario Pedagang Besar

Pengujian selanjutnya adalah pengujian terhadap jumlah pedagang besar. Jumlah pedagang besar akan dilakukan penambahan maupun pengurangan untuk

mengetahui dampaknya terhadap nilai fungsi tujuan.

Penentuan Skenario *Gap*

Melakukan perbaikan pada faktor tertentu sehingga tidak ada *gap* yang terjadi. Perbaikan yang akan dilakukan adalah menggeser masa tanam sehingga masa panen menjadi lebih rata.

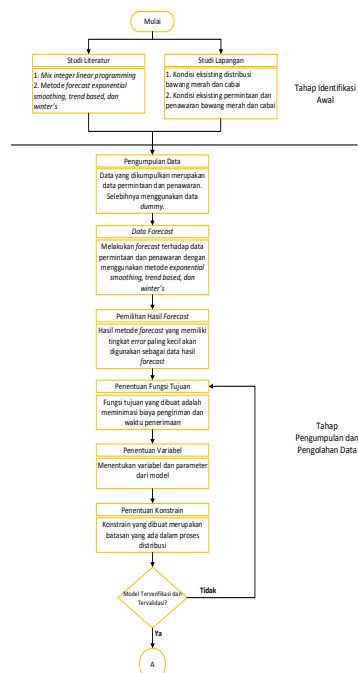
Analisis dan Interpretasi Data

Data yang telah diolah pada tahapan sebelumnya akan dilakukan analisis dan interpretasi. Beberapa hal yang akan dilakukan analisis dan interpretasi adalah analisis terhadap model, analisis perbaikan biaya dan waktu pengiriman, dan analisis *gap*.

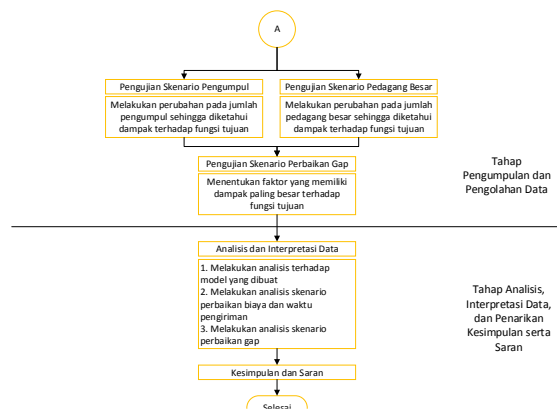
Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran yang dibuat adalah mengenai penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan yang dibuat akan menjawab tujuan dari penelitian. Saran yang dibuat merupakan saran terhadap pengembangan penelitian yang dilakukan.

Seluruh rangkaian tahapan penelitian dapat dibuat gambar untuk lebih memudahkan penjelasan tahapan penelitian. Gambar 4 menunjukkan tahapan penelitian yang dilakukan.



Gambar 4. Flowchart Penelitian



Gambar 4. Flowchart Penelitian (Lanjutan)

III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Data produksi dan konsumsi dari bawang merah dan cabai didapatkan dari badan pusat statistik dan badan pusat perencanaan dan pembangunan.

Tabel 2. Data Produksi Bawang Merah dan Cabai di Jawa Timur

Tahun	Produksi (Ton)	
	Bawang Merah	Cabai
2010	203,739	71,565
2011	198,387	73,674
2012	222,862	99,670
2013	243,087	101,691
2014	293,179	111,022

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2015

Tabel 3. Data Konsumsi Bawang Merah Nasional

Tahun	Konsumsi Bawang Merah (1000 ton)
2012	904.0
2013	922.5
2014	942.2
2015	963.4
2016	986.0
2017	1009.6
2018	1034.4
2019	1060.4

Sumber: Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2013

Tabel 4. Data Konsumsi Cabai per Kapita

Tahun	Konsumsi Cabai (Kg)
2008	1.549
2009	1.523
2010	1.528
2011	1.497
2012	1.653
Laju (% / Tahun)	1.3

Sumber: Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2013

Data produksi dan konsumsi yang didapatkan, akan digunakan untuk melakukan *forecast*. Data yang dibutuhkan adalah data pada tahun 2016. Sehingga *forecast* akan dilakukan pada data produksi dan data konsumsi cabai saja. *Forecast* pada konsumsi cabai menggunakan laju pertumbuhan yang stabil. Data konsumsi cabai adalah data konsumsi per kapita sehingga dapat dijadikan data konsumsi Jawa Timur dengan cara mengalikan dengan jumlah penduduk Jawa Timur.

Tabel 5. Hasil *Forecast* Produksi Bawang Merah dan Cabai Jawa Timur

Tahun	Bawang Merah (Ton)	Cabai (Ton)
2015	352,644	123,604
2016	428,321	134,297
2017	519,232	144,990
2018	625,377	155,683
2019	746,756	166,376

Tabel 6. Data Konsumsi Bawang Merah dan Cabai di Jawa Timur

Tahun	Konsumsi Bawang Merah (Ton)	Konsumsi Cabai (Ton)
2012	137,551	64,183
2013	140,366	64,998
2014	143,363	65,852
2015	146,589	66,707
2016	150,028	67,600
2017	153,619	68,454

Setelah diketahui hasil *forecast* dari bawang merah dan cabai, selanjutnya adalah membuat data produksi dan konsumsi setiap periode. Satu periode terdiri dari empat bulan. Pembagian periode produksi berdasarkan musim panen di Jawa Timur. Pembagian konsumsi bersifat stabil.

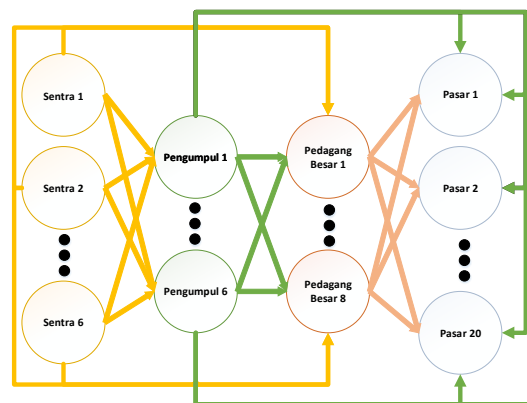
Tabel 7. Data Produksi Bawang Merah dan Cabai per Periode di Jawa Timur

Periode	Bawang Merah (Ton)	Cabai (Ton)
1	47,115	53,719
2	214,161	20,145
3	167,045	60,434

Tabel 8. Data Konsumsi Bawang Merah dan Cabai per Periode di Jawa Timur

Periode	Bawang Merah (Ton)	Cabai (Ton)
1	50,009	22,533
2	50,009	22,533
3	50,009	22,533

Langkah selanjutnya adalah membuat model distribusi. Pembuatan model distribusi ini berdasarkan skema distribusi. Skema distribusi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Skema Distribusi Bawang Merah dan Cabai

Indeks

- i : Sentra
- j : Pedagang Pengumpul
- k : Pedagang Besar
- l : Pasar
- m : Produk
- n : Moda
- o : Periode

Parameter

- Cap_{imo} : kapasitas produksi pada sentra i untuk produk m pada periode o
- Cap_{jmo} : kapasitas penyimpanan pada pengumpul j untuk produk m pada periode o
- Cap_{kmo} : kapasitas penyimpanan pada pedagang besar k untuk produk m pada periode o

D_{lmo} : permintaan pada pasar l untuk produk m pada periode o
 C_{ijmno} : biaya pengiriman dari sentra i menuju pengumpul j untuk produk m dengan moda n pada periode o
 C_{ikmno} : biaya pengiriman dari sentra i menuju pedagang besar k untuk produk m dengan moda n pada periode o
 C_{jkmno} : biaya pengiriman dari pengumpul j menuju pedagang besar k untuk produk m dengan moda n pada periode o
 C_{jlmno} : biaya pengiriman dari pengumpul j menuju pasar l untuk produk m dengan moda n pada periode o
 C_{klmno} : biaya pengiriman dari pedagang besar k menuju pasar l untuk produk m dengan moda n pada periode o
 T_{ijmno} : Waktu pengiriman dari sentra i menuju pengumpul j untuk produk m dengan moda n pada periode o
 T_{ikmno} : Waktu pengiriman dari sentra i menuju pedagang besar k untuk produk m dengan moda n pada periode o
 T_{jkmno} : Waktu pengiriman dari pengumpul j menuju pedagang besar k untuk produk m dengan moda n pada periode o
 T_{jlmno} : Waktu pengiriman dari pengumpul j menuju pasar l untuk produk m dengan moda n pada periode o
 T_{klmno} : Waktu pengiriman dari pedagang besar k menuju pasar l untuk produk m dengan moda n pada periode o
 A : Konstanta akibat adanya *gap*

Variabel Keputusan

X_{ijmno} : jumlah pengiriman dari sentra i menuju pedagang pengumpul j untuk produk m dengan moda n pada periode o
 X_{ikmno} : jumlah pengiriman dari sentra i menuju pedagang besar k untuk produk m dengan moda n pada periode o
 X_{jkmno} : jumlah pengiriman dari pedagang pengumpul j menuju pedagang besar k untuk produk m dengan moda n pada periode o
 X_{klmno} : jumlah pengiriman dari pedagang besar k menuju pasar l untuk produk m dengan moda n pada periode o
 Y_{io} : 1 jika sentra i pada periode o dibuka, 0 jika tidak

Y_{jo} : 1 jika pedagang pengumpul j pada periode o dibuka, 0 jika tidak
 Y_{ko} : 1 jika pedagang besar k pada periode o dibuka, 0 jika tidak
 Y_{lo} : 1 jika pasar l pada periode o dibuka, 0 jika tidak
 V_{ijno} : 1 jika pengiriman dari sentra i menuju pedagang pengumpul j menggunakan moda n pada periode o, 0 jika tidak
 V_{ikno} : 1 jika pengiriman dari sentra i menuju pedagang besar k menggunakan moda n pada periode o, 0 jika tidak
 V_{jkno} : 1 jika pengiriman dari pedagang pengumpul j menuju pedagang besar k menggunakan moda n pada periode o, 0 jika tidak
 V_{jlno} : 1 jika pengiriman dari pedagang pengumpul j menuju pasar l menggunakan moda n pada periode o, 0 jika tidak
 V_{klno} : 1 jika pengiriman dari pedagang besar k menuju pasar l menggunakan moda n pada periode o, 0 jika tidak
 W_{ijno} : 1 jika jalur dari sentra i menuju pedagang pengumpul j dengan moda n pada periode o dibuka, 0 jika tidak
 W_{ikno} : 1 jika jalur dari sentra i menuju pedagang besar k dengan moda n pada periode o dibuka, 0 jika tidak
 W_{jkno} : 1 jika jalur dari pedagang pengumpul j menuju pedagang besar k dengan moda n pada periode o dibuka, 0 jika tidak
 W_{jlno} : 1 jika jalur dari pedagang pengumpul j menuju pasar l dengan moda n pada periode o dibuka, 0 jika tidak
 W_{klno} : 1 jika jalur dari pedagang besar k menuju pasar l dengan moda n pada periode o dibuka, 0 jika tidak
 g_{lmo} : *gap* permintaan dan penawaran pada pasar l untuk produk m pada periode o

Fungsi Tujuan

Min Z = [Biaya dan waktu pengiriman sentra ke pedagang pengumpul dengan moda n pada periode o + biaya dan waktu pengiriman sentra ke pedagang besar dengan moda n pada periode o + biaya dan waktu pengiriman pedagang pengumpul ke pedagang besar dengan moda n pada periode o + biaya dan waktu pengiriman pedagang pengumpul ke pasar dengan moda n pada periode o + biaya dan waktu pengiriman pedagang besar ke pasar dengan

moda n pada periode o + tambahan biaya dan waktu akibat adanya gap dengan]

$$Z = [(\sum_{ijmno} C_{ijmno} T_{ijmno} X_{ijmno} + \sum_{ikmno} C_{ikmno} T_{ikmno} X_{ikmno} + \sum_{jkmno} C_{jkmno} T_{jkmno} X_{jkmno} + \sum_{jlmno} C_{jlmno} T_{jlmno} X_{jlmno} + \sum_{klmno} C_{klmno} T_{klmno} X_{klmno} + \sum_{iln} \alpha g_{lmo})] \quad (1)$$

Konstrain

$$W_{ijno} \leq Y_{jo} \quad (2)$$

Pengiriman dari sentra i menuju pedagang pengumpul j dengan moda n pada periode o dapat dilakukan jika pedagang pengumpul j dibuka pada periode o.

$$W_{ikno} \leq Y_{ko} \quad (3)$$

Pengiriman dari sentra i menuju pedagang besar k dengan moda n pada periode o dapat dilakukan jika pedagang besar k dibuka pada periode o.

$$W_{jkno} \leq Y_{ko} \quad (4)$$

Pengiriman dari pedagang pengumpul j menuju pedagang besar k dengan moda n pada periode o dapat dilakukan jika pedagang besar k dibuka pada periode o.

$$W_{jlno} \leq Y_{lo} \quad (5)$$

Pengiriman dari pedagang pengumpul j menuju pasar l dengan moda n pada periode o dapat dilakukan jika pasar l dibuka pada periode o.

$$W_{klno} \leq Y_{lo} \quad (6)$$

Pengiriman dari pedagang besar k menuju pasar l dengan moda n dapat dilakukan jika pasar l dibuka.

$$\sum_{ijmno} V_{ijno} X_{ijmno} + \sum_{ikmno} V_{jkno} X_{jkmno} \leq \text{Cap}_{imo} \quad (7)$$

Jumlah pengiriman dari sentra i untuk produk m dengan moda n pada periode o tidak boleh lebih dari kapasitas produksi sentra i untuk produk m pada periode o.

$$\sum_{ijmno} V_{ijno} X_{ijmno} \leq \text{Cap}_{jno} \quad (8)$$

Jumlah pengiriman dari sentra i menuju pedagang pengumpul j untuk produk m dengan moda n pada periode o tidak boleh melebihi kapasitas penyimpanan pedagang pengumpul j untuk produk m pada periode o.

$$\sum_{ikmno} V_{ikno} X_{ijmno} + \sum_{jkmno} V_{jkno} X_{jkmno} \leq \text{Cap}_{kno} \quad (9)$$

Jumlah pengiriman dari sentra i pada untuk produk m dengan moda n periode o dan pedagang pengumpul j untuk produk m dengan moda n pada periode o menuju pedagang besar k untuk produk m dengan moda n pada periode o tidak boleh melebihi kapasitas penyimpanan pedagang besar k untuk produk m pada periode o.

$$\sum_{jlmno} V_{jlno} X_{jlmno} + \sum_{klmno} V_{klno} X_{klmno} + g_{lmo} = D_{lmo} \quad (10)$$

Permintaan dari pasar l untuk produk m pada periode o harus dapat dipenuhi oleh pedagang pengumpul j untuk produk m dengan moda n pada periode o dan pedagang besar k untuk produk m dengan moda n pada periode o, jika tidak dapat dipenuhi maka terjadi *gap*.

$$\sum_{ijmno} V_{ijno} X_{ijmno} = \sum_{jkmno} V_{jkno} X_{jkmno} + \sum_{jlmno} V_{jlno} X_{jlmno} \quad (11)$$

Jumlah produk m yang masuk pada pedagang pengumpul j pada periode o harus sama dengan jumlah produk m yang keluar dari pedagang pengumpul j pada periode o.

$$\sum_{ikmno} V_{ikno} X_{ikmno} + \sum_{jkmno} V_{jkno} X_{jkmno} = \sum_{klmno} V_{klno} X_{klmno} \quad (12)$$

Jumlah produk m yang masuk pada pedagang besar k pada periode o harus sama dengan jumlah produk m yang keluar dari pedagang besar k pada periode o.

$$g_{lmo} \geq 0 \quad (13)$$

Konstrain non-negatif dari *gap*.

$$V_{ijklno} = 0, 1 \quad (14)$$

Konstrain pemiihan moda n sebagai moda pengiriman.

$$W_{ijklno} = 0, 1 \quad (15)$$

Konstrain pemiihan jalur pengiriman.

$$X_{ijklmno} \geq 0 \quad (16)$$

Konstrain non negatif dari pengiriman bawang merah atau cabai.

$$Y_{ijklo} = 0, 1 \quad (17)$$

Konstrain pemiihan lokasi pengiriman atau penerimaan

Model yang dibuat telah terverifikasi dan tervalidasi. Hal ini terlihat dengan dilakukan pengujian pada variabel tertentu dan membandingkannya dengan hasil manual.

Berdasarkan model yang dibuat, hasil dari kondisi eksisting menunjukkan biaya pengiriman sebesar Rp 553,308,006,000 dan waktu pengiriman selama 222.53 hari. Hasil dari kondisi eksisting selanjutnya dibandingkan dengan hasil uji skenario perbaikan.

Tabel 9. Skenario Perbaikan Biaya dan Waktu Pengiriman

No	Skenario
1	Menambah satu pedagang pengumpul dengan lokasi serta kapasitas pedagang pengumpul baru mengikuti pedagang pengumpul yang menerima kiriman produk paling banyak.
2	Menambah dua pedagang pengumpul dengan lokasi serta kapasitas pedagang pengumpul baru mengikuti pedagang pengumpul yang menerima kiriman produk paling banyak.
3	Menambah satu pedagang besar dengan lokasi serta kapasitas pedagang besar baru mengikuti pedagang besar yang menerima kiriman produk paling banyak.
4	Menambah dua pedagang besar dengan lokasi serta kapasitas pedagang besar baru mengikuti pedagang besar yang menerima kiriman produk paling banyak.
5	Menghilangkan 1 pedagang pengumpul dengan jumlah penerimaan produk sedikit, tanpa ada penambahan <i>gap</i> .
6	Menghilangkan 1 pedagang besar dengan jumlah penerimaan produk paling sedikit, tanpa ada penambahan <i>gap</i> .
7	Menghilangkan 2 pedagang pengumpul dengan jumlah penerimaan produk paling sedikit, tanpa ada penambahan <i>gap</i> .
8	Menghilangkan 2 pedagang besar dengan jumlah penerimaan produk paling sedikit, tanpa ada penambahan <i>gap</i> .

Seluruh skenario tersebut selanjutnya dilakukan *running* dengan model yang dibuat. Hasil dari uji skenario dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji Skenario Perbaikan Biaya dan Waktu

Skenario	Biaya Pengiriman (Rp)	Waktu Pengiriman (Hari)
1	541,805,936,000	227.53
2	535,348,406,000	230.22
3	538,485,016,000	228.68
4	535,348,406,000	229.98
5	554,808,276,000	222.75
6	554,209,326,000	222.12
7	550,878,634,000	226.79
8	554,193,117,000	222.13

Perbaikan pada skenario *gap* dapat dilakukan dengan menyimpan hasil panen. Penyimpanan hasil panen akan mengubah biaya pengiriman dan waktu pengiriman.

Tabel 11. Hasil Uji Skenario Perbaikan *Gap*

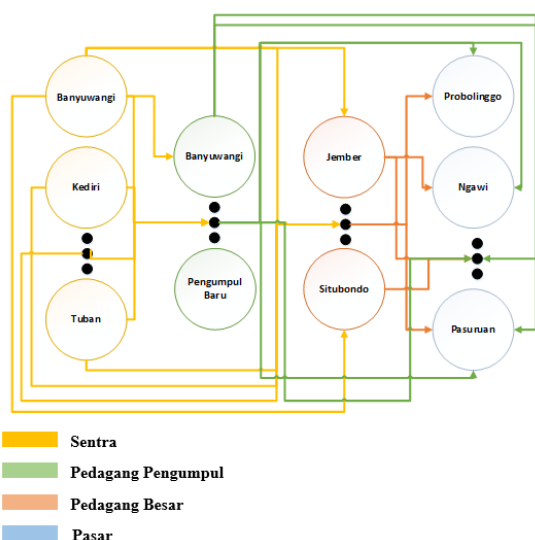
Skenario	Biaya Pengiriman (Rp)	Waktu Pengiriman (Hari)
Mengurangi 5% panen periode 3 bawang merah dan periode 1 cabai untuk penambahan panen periode 1 bawang merah dan periode 2 cabai	563,718,789,500	231.02

IV KESIMPULAN/ RINGKASAN

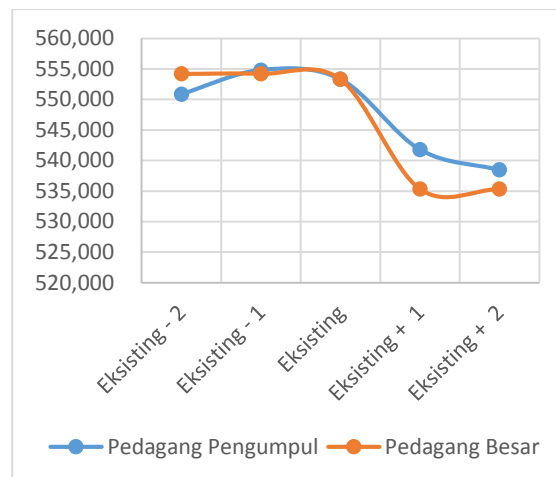
Kesimpulan pertama adalah model distribusi yang dibuat merupakan model multi eselon, multi produk, multi moda dan multi periode dengan tujuan meminimumkan biaya pengiriman dan waktu pengiriman. Model yang dibuat mampu memberikan gambaran adanya *gap* pada periode tertentu. *Gap* juga dimasukkan dalam fungsi tujuan dimana nilai koefisien dari *gap* ini bernilai besar sehingga model akan mencoba untuk tidak memilih terjadinya *gap*. Model yang dibuat dapat dilihat pada Bab 4 dan penulisan pada *software* dapat dilihat pada Lampiran B. Dalam rangka mengetahui nilai dari biaya pengiriman dan waktu pengiriman, maka perlu dilakukan perhitungan ulang terhadap hasil yang didapat. Biaya pengiriman didapatkan dengan mengalikan alokasi dengan biaya pengiriman per Kg. Waktu pengiriman didapatkan dengan mengalikan alokasi dengan waktu pengiriman,

kemudian membaginya dengan waktu pengiriman per 100 Ton dalam satu tahun. 100 Ton merupakan asumsi yang digunakan dalam menunjukkan satuan waktu pengiriman produk.

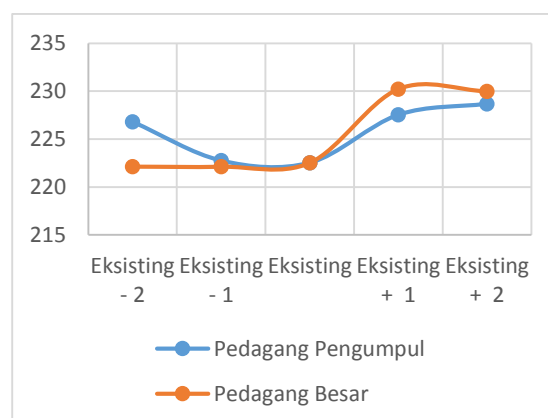
Kesimpulan kedua yaitu pengujian variabel-variabel yang memengaruhi fungsi tujuan dilakukan setelah mengetahui hasil *running* dari kondisi eksisting. Pengujian variabel-variabel ini menggunakan beberapa skenario dan membandingkannya dengan hasil pada kondisi eksisting. Berdasarkan hasil uji skenario dengan mengubah jumlah pedagang pengumpul dan pedagang besar, tidak dapat ditemukan solusi yang mampu memperbaiki biaya pengiriman dan waktu pengiriman secara bersamaan. Penambahan jumlah pedagang pengumpul atau pedagang besar pada lokasi tertentu akan memperbaiki biaya pengiriman, namun waktu pengiriman menjadi lebih buruk. Pengurangan jumlah pedagang pengumpul atau pedagang besar akan membuat biaya dan waktu pengiriman menjadi lebih buruk. Pada kasus tertentu, pengurangan dari pedagang besar akan membuat waktu pengiriman menjadi lebih baik, namun biaya pengiriman menjadi lebih buruk.



Gambar 6. Pengaruh Penambahan Pedagang Pengumpul pada Rantai Distribusi



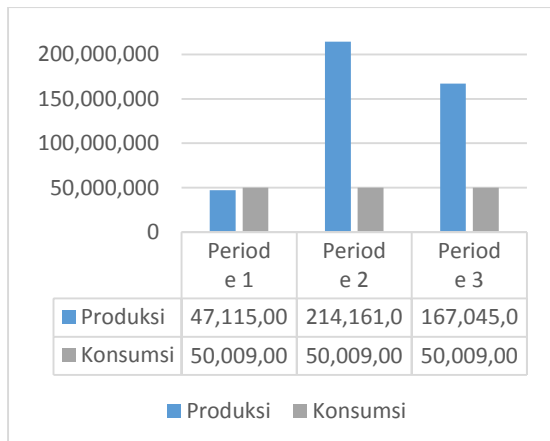
Gambar 7. Pengaruh Perubahan Pedagang Pengumpul dan Pedagang Besar pada Biaya Pengiriman



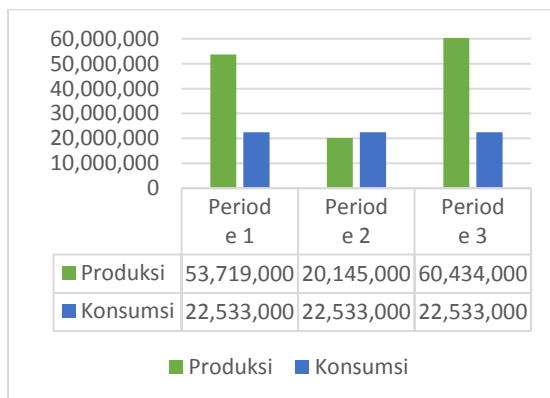
Gambar 8. Pengaruh Perubahan Pedagang Pengumpul dan Pedagang Besar pada Waktu Pengiriman

Kesimpulan ketiga adalah *gap* dari bawang merah dan cabai ini terjadi pada periode tertentu. Periode tersebut umumnya terjadi pada musim hujan. Musim hujan yang berkepanjangan merupakan masalah utama petani yang membuat terjadinya gagal panen. *Gap* pada bawang merah umumnya terjadi pada periode 1 yaitu periode bulan Januari hingga April. *Gap* pada cabai umumnya terjadi pada periode 2 yaitu periode bulan Mei hingga Agustus. Adanya *gap* ini membuat kenaikan harga bawang merah dan cabai di pasar. *Gap* ini tidak dapat diatasi dengan membuka lahan lebih luas karena efek dari musim hujan membuat produktivitas panen menjadi berkurang. Salah satu caranya adalah dengan melakukan impor atau dengan menyimpan bawang merah dan

cabai pada bulan sebelumnya. Kelebihan produksi dapat diatasi dengan melakukan pemasaran di daerah lain. Jawa Timur merupakan salah satu penghasil bawang merah dan cabai terbesar di Indonesia, sehingga apabila Jawa Timur mengalami gagal panen akan membuat pasokan di pasar berkurang. Apabila di Jawa Timur terjadi panen raya, maka sangat dimungkinkan bahwa harga bawang merah dan cabai di pasar turun.



Gambar 9. Produksi dan Konsumsi dari Bawang Merah



Gambar 10. Produksi dan Konsumsi dari Cabai



Gambar 11. Hubungan *Gap* yang Dimutlakan dengan Harga

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardhita, M. Y. (2016). *Telaah*. Retrieved February 14, 2016, from Kata Data: <http://katadata.co.id/telaah/2016/02/02/alurpanjang-distribusi-akar-melambungnyaharga-pangan>
- [2] Bortolini, M., Faccio, M., Ferrari, E., Gamberi, M., & Pilati, F. (2015). Fresh Food Sustainable Distribution: Cost, Delivery Time, and Carbon Footprint Three Objective Optimization. *Journal of Food Engineering*, 56-67.
- [3] Burhani, R. (2014). *Antara News*. Retrieved Mei 16, 2016, from <http://www.antaraneews.com/berita/425138/petani-semakin-terdesak-perubahan-iklim>
- [4] Dhewi, T. S. (2008). Analisis Efisiensi Pemasaran Bawang Merah di Kabupaten Probolinggo. *Jurnal Akuntansi, Manajemen Bisnis, dan Sektor Publik*, 4(3), 342-351.
- [5] Heizer, J., & Render, B. (2011). *Operations Management* (10th ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- [6] Jatim, D. (2016). *Sistem Informasi Ketersediaan dan Perkembangan Harga Bahan Pokok di Jawa Timur*. Retrieved Mei

- 14, 2016, from <http://siskaperbapo.com/home>
- [7] Prastowo, N. J., Yanuarti, T., & Depari, Y. (2008). *Pengaruh Distribusi dalam Pembentukan Harga Komoditas dan Implikasinya terhadap Inflasi*. Bank Indonesia.
- [8] Rachmat, M., Sayaka, B., & Muslim, C. (2012). *Produksi, Perdagangan, dan Harga Bawang Merah*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- [9] Rusono, N., Suanri, A., Candradijaya, A., Muharam, A., Martino, I., Tejaningsih, . . . Maulana, M. (2013). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Bidang Pangan dan Pertanian 2015-2019*. Jakarta: Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.
- [10] Statistik, B. P. (2014). *Indikator Pertanian 2014 Provinsi Jawa TImur*. Badan Pusat Statistik.
- [11] Statistik, B. P. (2015). *Inflasi Indonesia Menurut Kelompok Pengeluaran*. Badan Pusat Statistik.
- [12] Statistik, B. P. (2015). *Penduduk Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- [13] Suhendra. (2014). *Ekonomi Bisnis*. Retrieved February 22, 2016, from m.detik.com/finance/read/2014/12/16/132314/2778909/4/ini-bukti-harga-cabai-sudah-seperti-roller-coaster
- [14] Tsiakis, P., & Papageorgiou, L. G. (2008). Optimal Production Allocation and Distribution Supply Chain Networks. *Internattional Journal of Production Economics*, 468-483.
- [15] Wasono, H. T. (2013). *Tempo*. Retrieved Mei 16, 2016, from <https://m.tempco.co/read/news/2013/03/13/058466743/petani-bawang-merah-di-nganjuk-gagal-panen>