

DIK RUTIN



LAPORAN KEGIATAN

MODEL ASIMETRIS GABUNGAN INVENTORY DAN ROUTING  
UNTUK MINIMISASI HARGA KOMODITI

Oleh

Susilo Hariyanto, S.Si., M.Si

Drs. Sarwadi, MSc

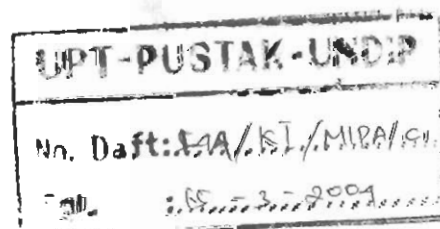
---

Biaya Oleh Dana DIK Rutin Universitas Diponegoro, Sesuai Surat Perjanjian  
Pelaksanaan Penelitian Tanggal 1 Mei 2003 Nomor : 02/307 11/PJJ/PL/2003

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Diponegoro

Oktober, 2003

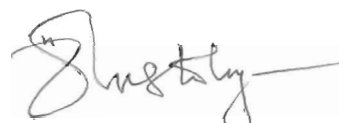


**LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR  
HASIL PENELITIAN DIK RUTIN**

1. a. Judul Penelitian : Model Asimetris Gabungan Inventory dan Routing untuk Minimisasi Harga Komoditi.
- b. Kategori Penelitian : Pengembangan Iptek
2. Ketua Peneliti
  - a. Nama lengkap dan gelar : Susilo Hariyanto, S.Si, M.Si
  - b. Jenis Kelamin : Laki – laki
  - c. Pangkat/Golongan/NIP : Penata Muda / III A / 132 283 187
  - e. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
  - f. Fakultas/Jurusan : MIPA/Matematika
  - g. Univ/Inst/Akademi : Universitas Diponegoro
  - h. Bidang Ilmu yang Diteliti : MIPA ( Matematika Terapan )
3. Jumlah Tim Peneliti : 2 orang
4. Lokasi Penelitian : Laboratorium **Matematika Terapan**, FMIPA UNDIP Kampus Tembalang
5. Bila Penelitian ini merupakan peningkatan kerjasama kelembagaan :
  - a. Nama Instansi : -
  - b. Alamat : -
6. Jangka Waktu Penelitian : 6 bulan
7. Biaya yang dibelanjakan : Rp. 3.000.000,00 (Tiga Juta Rupiah)

Semarang Oktober 2003

Ketua Peneliti



(Susilo Hariyanto, S.Si, M.Si)  
NIP. 132 283 187



Mengetahui  
Dekan Fakultas MIPA

(DR. Wahyu Setya Budi, MS.)  
NIP. 131 459 438



Menyetujui  
Ketua Lembaga Penelitian UNDIP

(Prof. Dr. H. Len Riwanto, SpBD)  
NIP. 130 529 454

DIK RUTIN



**RINGKASAN**

**MODEL ASIMETRIS GABUNGAN INVENTORY DAN ROUTING  
UNTUK MINIMISASI HARGA KOMODITI**

Oleh:

Susilo Hariyanto  
Sarwadi

---

**Biaya Oleh Dana DIK Rutin Universitas Diponegoro, Sesuai Surat  
Perjanjian**

**Pelaksanaan Penelitian Tanggal 1 Mei 2003 Nomor : 02/307 11/PJJ/PL/2003**

## RINGKASAN :

### MODEL ASIMETRIS GABUNGAN INVENTORY DAN ROUTING UNTUK MINIMISASI HARGA KOMODITI<sup>1</sup>

Oleh:

Susilo Hariyanto<sup>2</sup>, Sarwadi<sup>3</sup>

Salah satu daya saing produk di era pasar bebas adalah mutu dan harga. Mutu dicapai lewat penerapan teknologi dan kontrol kualitas. Dan hal ini telah menjadi fokus upaya semua industri dan perusahaan untuk memberikan nilai tambah pada produknya. Namun demikian langkah ini kadang meningkatkan biaya produksi yang akhirnya produknya menjadi lebih mahal. Disisi lain, harga merupakan salah satu nilai kompetitif dan daya tarik suatu produk. Produk yang harganya relatif murah akan lebih berdaya saing. Secara ekonomi, harga komoditi tergantung pada ongkos produksi. Bila ongkos produksi bisa ditekan diharapkan bisa membuat harga komoditi menjadi murah dan lebih kompetitif. Langkah ini masih sedikit dilakukan karena memerlukan efisiensi di setiap segmen proses produksi. Adapun dua komponen biaya yang memiliki proporsi yang besar dalam proses produksi adalah inventory dan distribusi.

Penelitian ini akan mengkaji minimasi biaya gabungan antara Inventory dan Distribusi. Dua komponen biaya ini ( inventory dan distribusi) memiliki proporsi yang besar dalam proses produksi. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk (i) Mencari model (formulasi matematis) untuk masalah inventory dan transportasi ini secara terpadu. Akan diturunkan model dalam Mixed Integer Linear Program (MILP) yang mengintegrasikan inventory dan transportasi dalam satu set formulasi. Khususnya akan dikaji model asimetris yang sesuai kejadian di

<sup>1</sup> Dibiayai dengan Dana DIK RUTIN UNDIP Tahun 2003.

<sup>2</sup> Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNDIP Semarang.

<sup>3</sup> Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNDIP Semarang.

lapangan (ii) Akan dikaji karakteristik dari model tersebut yang diarahkan pada penurunan metode exact untuk menyelesaikannya.

Untuk menyelesaikan permasalahan dari topik penelitian ini akan dilakukan tahap – tahap sebagai berikut :

1. Mengkaji berbagai kelebihan model yang ada literatur yang bisa diadopsi.
2. Penyusunan model dalam bentuk Mixed Integer Linear Program (MILP) ataupun Dynamic Programming.
3. Penyusunan Model Asimetris yang dipilih.
4. Pembuktian kesahihan (validitas) dari model yang dibangun. Pembuktian dilakukan dengan penurunan teorema – teorema yang menjamin kebenaran dalam pembentukan model.

Adapun hasil penelitian ini berupa rumusan model mixed integer linier programming untuk IRP yang asimetris, yaitu meminimalkan

$$\sum_{t=1}^T \sum_{j=0}^n O_j^t Y_j^t + \sum_{t=1}^T \sum_{j=0}^n H_j^t Z_j^t + \sum_{t=1}^T \sum_{j=0}^n \sum_{k=0, k \neq j}^n C_{jk} r_{jk}^t \text{ dengan kendala (1.2)-(1.14).}$$

Model yang kita bangun tersebut di atas terdiri dari total biaya pemesanan, total biaya inventory dan total biaya pengangkutan. Model tersebut merupakan model yang sah sesuai dengan permasalahan yang kita rumuskan.

Dalam penelitian ini, kita baru dalam tahap perumusan model, Sedangkan tahap penyelesaiannya belum kita lakukan. Oleh karena itu penelitian ini masih harus dilanjutkan untuk menentukan cara penyelesaian model tersebut, menyusun suatu algoritma untuk menyelesaikannya, mengembangkan teknik komputasi dalam penyelesaiannya dan menyusun model dalam suatu paket program komputasi yang langsung dapat dipakai oleh user.

## SUMMARY:

### Minimizing Commodity Price Using Asymmetrical Model For The Inventory Combined Routing Problem<sup>1</sup>

by

Susilo Hariyanto<sup>2</sup>, Sarwadi<sup>3</sup>

The main factors of product competitiveness in free market era are quality and price. The quality is determined by technology application and quality control. This orientation has become an important focus of all industries and organizations to provide additional values to their products. However this choice sometimes increases production cost, which will finally make the price more expensive. Price is one of the competitive attractive factors of a product. A relatively cheap product will be interesting and attractive for customers. Economically, a commodity price depends on its production cost. By reducing production cost, it is expected that commodity price will become cheaper and more competitive. This strategy is rarely applied because it requires efficiency in every unit of production process. There are two cost components, which require a big proportion in production process, i.e. inventory and distributions.

This research focuses on the minimization of the combination between inventory and distribution. These two components (inventory and distribution) have a big proportion in the production process. The aim of this research is : (i) searching for a model (mathematical formulation) to solve inventory and transportation problems in integrated manner. This model will be derived in *Mixed Integer Linear Program* (MILP) which integrates inventory and transportation in one formulation set. Especially, we focus an asymmetrical model, which is close to real situation, (ii). Analyzing the characteristics of our

---

<sup>1</sup> *Dibiayai dengan Dana DIK RUTIN UNDIP Tahun 2003*

<sup>2</sup> Jurusan Matematika FMIPA UNDIP Semarang

<sup>3</sup> Jurusan Matematika FMIPA UNDIP Semarang

model which focus is directed to the derivation of exact methods to solve problem.

To solve the problem in this research topic, we proceed the follows by steps:

1. Study and analyzing the validity of the deferent models in relevant literatures.
2. **Derive** our model in *Mixed Integer Linear Program* (MILP).
3. **Construct** the chosen asymmetrical model.
4. Prove the validity of the constructed model.

The result of his research is presented in *Mixed Integer Linear Program* (MILP) for asymmetrical IRP by minimizing:

$$\sum_{t=1}^T \sum_{j=0}^n O_j' Y_j^t + \sum_{t=1}^T \sum_{j=0}^n H_j' Z_j^t + \sum_{t=1}^T \sum_{j=0}^n \sum_{k=0, k \neq j}^n C_{jk}' r_{jk}^t, \text{ with constraint 1.2-1.14}$$

Our model constructed above consists of total order cost, total inventory cost, and total transportation cost. This model is a valid model for an IRP of our interest.

In this research, the focus is on the construction of the model formulation. Therefore, the result of this research needs a further research to determine the way to solve this model, to design algorithms, to develop computation technique, and to translate the model in to computation package, which can be directly operated by users.

## PRAKATA

Syukur alhamdulillah penyusun panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, berkat rahmat hidayah dan inayahnya, penyusun dapat menyelesaikan laporan kegiatan penelitian yang dibiayai dengan dana DIK RUTIN UNDIP Tahun 2003. Adapun penelitian ini berjudul *Model Asimetris Gabungan Inventory dan Routing Untuk Minimisasi Harga Komoditi*.

Pada kesempatan ini penyusun akan menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan kegiatan penelitian maupun penyusunan laporan penelitian ini, diantaranya kepada:

1. Prof. Dr. dr. Ign. Riwanto, Sp.BD, selaku Ketua Lembaga Penelitian Undip
2. Dr. Wahyu Setya Budi, MS. , selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
3. Drs. Bayu Surarso, M.Sc PhD, selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNDIP.
4. Drs. Bambang Yismianto, selaku Ketua Laboratorium Komputasi FMIPA UNDIP.
5. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya penelitian ini.

Penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada laporan ini, maka kritik dan saran para pembaca sangat penyusun harapkan. Akhirnya penyusun berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, Oktober 2003

Penyusun



## DAFTAR ISI

LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN	i
RINGKASAN DAN SUMMARY	ii
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	viii
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	2
III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	5
IV. METODE PENELITIAN	7
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	8
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	24
DAFTAR PUSTAKA	26

## I. PENDAHULUAN

Salah satu daya saing produk di era pasar bebas adalah mutu dan harga. Mutu dicapai lewat penerapan teknologi dan kontrol kualitas. Dan hal ini telah menjadi fokus upaya semua industri dan perusahaan untuk memberikan nilai tambah pada produknya. Namun demikian langkah ini kadang meningkatkan biaya produksi yang akhirnya produknya menjadi lebih mahal. Disisi lain, harga merupakan salah satu nilai kompetitif dan daya tarik suatu produk. Produk yang harganya relatif murah akan lebih berdaya saing. Secara ekonomi, harga komoditi tergantung pada ongkos produksi. Bila ongkos produksi bisa ditekan diharapkan bisa membuat harga komoditi menjadi murah dan lebih kompetitif. Langkah ini masih sedikit dilakukan karena memerlukan efisiensi di setiap segmen proses produksi. Dan efisiensi bisa dicapai apabila bisa diperoleh perhitungan optimal di masing – masing tahapnya.

Penelitian ini akan mengkaji minimasi biaya gabungan antara Inventory dan Distribusi. Dua komponen biaya ini ( inventory dan distribusi) memiliki proporsi yang besar dalam proses produksi. Proporsi biaya distribusi dari total biaya operational tahunan bisa mencapai 11 – 16 % di USA dan mencapai 30 % di Indonesia. Apabila harga BBM naik maka komponene biaya transportasi (distribusi) akan membengkak juga. Bila tidak diikuti dengan kebijakan efisiensi maka dampaknya berupa kenaikan harga produk. Untuk mengantisipasi hal ini perlu upaya efisiensi, yang berupa minimisasi biaya – biaya terkait lewat perhitungan yang akurat dan benar. Hal ini bisa tercapai bila permasalahan ini bisa diformulasikan secara matematis dan kemudian dicari solusi optimumnya.

Biasanya masalah inventory dan distribusi diselesaikan secara terpisah. Namun hasilnya tidaklah benar – benar optimal karena interdependensinya terabaikan. Padahal keputusan inventory mempengaruhi transportasi dan sebaliknya. Bila besarnya pesanan tinggi berarti biaya inventory tinggi pula. Sedangkan ongkos transportasi akan mengecil karena frekuensi pengantaran akan berkurang. Sebaliknya bila biaya inventory ditekan (batch sizenya dikurangi), akibatnya biaya transportasi akan naik karena frekuensi pengantaran akan naik pula. Untuk itu akan dikaji optimasi dua masalah pokok ini secara terintegrasi.

Penelitian ini bertujuan untuk (i) Mencari model (formulasi matematis) untuk masalah inventory dan transportasi ini secara terpadu. Akan diturunkan model dalam Mixed Integer Linear Program (MILP) yang mengintegrasikan inventory dan transportasi dalam satu set formulasi. Khususnya akan dikaji model asimetris yang sesuai kejadian di lapangan (ii) Akan dikaji karakteristik dari model tersebut yang diarahkan pada penurunan metode exact untuk menyelesaikannya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Masalah Inventory-Routing (IRP) telah diteliti sejak tahun 80'an seperti : Federgruen dan Zipkin (1984) yang mencoba menformulasikan masalah ke dalam bentuk Nonlinear program. Federgruan, Practacos dan Zipkin (1986) menerapkan model yang sama dan teknik solusi yang dibangun untuk menyelesaikan inventory dan distribusi produk mudah rusak. Benjamin (1989) melakukan analisa empiris tentang efisiensi biaya gabungan vs biaya terpisah. Chien, Balakrishnan

dan Wong (1989) mengusulkan bentuk model dalam Integer Linear Program (ILP).

Namun mereka belum memberikan formulasi matematis yang memungkinkan diturunkannya metode exact. Model Nonlinear yang diajukan belum ada solusi exactnya. Model ILP juga masih diselesaikan secara heuristik. Pada umumnya solusi yang diberikan masih merupakan solusi pendekatan, jadi belum optimal.

Setelah berlakunya pasar bebas Amerika Utara (NAFTA), penelitian di bidang ini semakin gencar dan intensif. Hal ini dipicu oleh perusahaan Amerika yang ekspansi dari Kanada sampai Meksiko. Sehingga perusahaan mengalami pembiayaan distribusi yang besar. Hal ini memicu pencarian teknik optimasi untuk distribusi ini lebih intensif lagi.

Beberapa peneliti mencoba menyelesaikan berbagai kombinasi masalah seperti diantaranya adalah Anily dan Bramel (1999) mengkombinasikan vehicle routing dan supply chain; Chandra dan Fisher (1994) mengkoordinasikan antara rencana produksi dan distribusi; Kim dan Kim (2000) meneliti tentang koordinasi antara inventory dan distribusi dll. Penyelesaian secara integrative ternyata memberikan hasil yang lebih baik karena memperhatikan interpedensi dari masing – masing komponen biaya. Hal ini telah banyak ditunjukkan secara empirik. Penelitian ini memperkuat keutamaan dari kombinasi seluruh model: Chandra dan Fisher (1994), Chandra (1996), Carter et. All.(1999), Viswanathan and Mathur (1997) dll.

Teknik dekomposisi telah banyak diterapkan untuk mereduksi kompleksitas dari permasalahan. Langkah ini diantaranya diterapkan oleh Kim dan Kim (1999), Carter et. All.(1999) dan Chandra (1996).

Model yang terstruktur masalah kombinasi telah dikembangkan pula oleh beberapa peneliti antara lain : Carter et.all.(1994), Chandra (1996) yang mengembangkan model program integer campuran atau Mixed Integer Linear Program (MILP) untuk masalah produksi dan distribusi. Anily dan Federgruren (1990, 1993), Anily (1994) mengembangkan model Nonlinear model untuk kombinasi inventory dan transportasi. Namun model ini tidak menarik karena penyelesaiannya yang rumit. Dan kebanyakan dari teknik solusi yang diusulkan bersifat heuristik atau aproksimasi. Struktur model yang dikembangkan Chandra belum menghasilkan metode exact namun memungkinkan untuk dimodifikasi agar bisa diturunkan metode exact.

Berdasarkan akan hal ini, penelitian pendahuluan untuk pengembangan model terintegrasi antara inventory dan vehicle routing telah dilakukan Achuthan dan Sarwadi (2000). Modifikasi dan perbaikan model ini masih bisa dilakukan dengan memperhatikan sifat asimetris dari rute (jalan) yang pada umumnya asimetris.