

SKRIPSI

**APLIKASI METODE PENGKLASTERAN *C-MEANS* KABUR
DALAM SKEMA PEMBAGIAN UNTUNG-RUGI**



EGHA HAFIDZAL

NPM: 6161901092

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2024**

FINAL PROJECT

**APPLICATION OF FUZZY C-MEANS CLUSTERING
METHODS IN A PROFIT-LOSS SHARING SCHEME**



EGHA HAFIDZAL

NPM: 6161901092

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

APLIKASI METODE PENGKLASTERAN *C-MEANS* KABUR DALAM SKEMA PEMBAGIAN UNTUNG-RUGI

Egha Hafidzal

NPM: 6161901092

Telah lulus ujian skripsi pada 22 Januari 2024 dengan penguji:
Iwan Sugiarto, M.Si. dan Dr. Daniel Salim

Bandung, 30 Januari 2024

Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Felivia Kusnadi, M.Act.Sc.

Jonathan Hoseana, Ph.D.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Jonathan Hoseana, Ph.D.

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

APLIKASI METODE PENGKLASTERAN *C-MEANS* KABUR DALAM SKEMA PEMBAGIAN UNTUNG-RUGI

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
30 Januari 2024



Egha Hafidzal
NPM: 6161901092

ABSTRAK

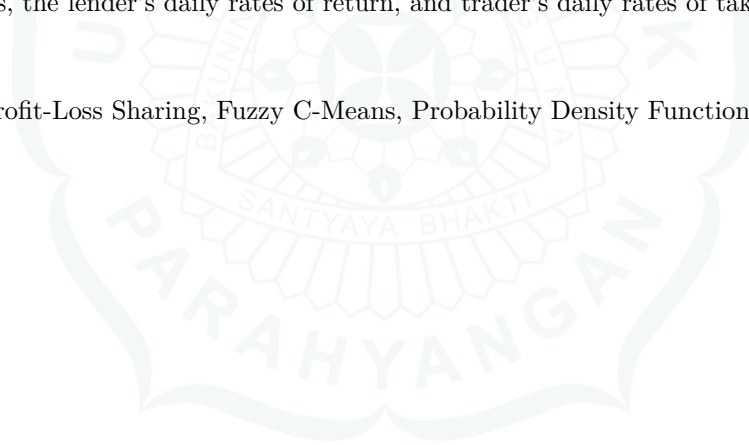
Dalam berdagang terkadang dibutuhkan tambahan modal, salah satunya untuk menambah persediaan barang yang dijual. Salah satu cara untuk memperoleh tambahan modal tersebut adalah dengan menerapkan skema pembagian untung-rugi, di mana sejumlah modal dipinjam oleh pedagang dari seorang pemberi pinjaman selama suatu periode yang disepakati. Dalam skema ini, keuntungan dan kerugian perdagangan ditanggung oleh kedua belah pihak. Untuk menilai seberapa menguntungkannya skema ini bagi kedua belah pihak, perlu dihitung dua kuantitas, yaitu tingkat pengembalian harian yang diterima oleh pemberi pinjaman dan tingkat hasil harian yang dibawa pulang oleh pedagang. Dalam skripsi ini, dengan menggunakan data keuntungan harian selama enam bulan dari seorang pedagang minuman kopi di Jakarta, dihitung kedua kuantitas tersebut dengan menggunakan suatu model matematis untuk skema pembagian untung-rugi. Setelah itu, data keuntungan tersebut diklasterisasi dengan menggunakan metode *fuzzy c-means* ke dalam tiga klaster yang masing-masing mewakili keuntungan yang rendah, sedang, dan tinggi. Dari hasil pengklasteran tersebut kemudian diformulasikan fungsi-fungsi kepadatan peluang dari data keuntungan harian, data tingkat pengembalian harian yang diterima oleh pemberi pinjaman, dan data tingkat hasil harian yang dibawa pulang oleh pedagang, dalam masing-masing dari tiga kasus tingkat keuntungan tersebut. Fungsi-fungsi kepadatan peluang tersebut memberikan berbagai informasi statistis tentang skema pembagian untung-rugi yang telah dijalankan, seperti peluang, ekspektasi, dan variansi dari keuntungan harian, tingkat pengembalian pinjaman yang diterima oleh pemberi pinjaman, dan tingkat hasil harian yang dibawa pulang oleh pedagang.

Kata-kata kunci: Pembagian Untung-Rugi, *Fuzzy C-Means*, Fungsi Kepadatan Peluang.

ABSTRACT

In trading, additional capital is sometimes needed, for example, to increase inventory. One way to obtain such additional capital is by implementing a profit-loss sharing scheme, where the trader borrows a certain amount of capital from a lender, for a specified period. In such a scheme, both parties share the trade's profits and losses. To assess the scheme's profitability for both parties, it is necessary to calculate two quantities: the lender's daily rates of return and the trader's daily rates of take-home income. In this thesis, we calculate both quantities for a six-month dataset of daily profits of a coffee trader in Jakarta, using a mathematical model for a profit-loss sharing scheme. Subsequently, we clusterise the dataset into three clusters representing low, medium, and high profit cases, using the fuzzy c-means clustering method. Using the result, we formulate probability density functions for the datasets of the daily profits, the lender's daily rates of return, and trader's daily rates of take-home income, in each of the three profit-level cases. These probability density functions provide various statistical information on the implemented profit-loss sharing scheme, such as probabilities, as well as the expected values and variances of the daily profits, the lender's daily rates of return, and trader's daily rates of take-home income.

Keywords: Profit-Loss Sharing, Fuzzy C-Means, Probability Density Function.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala nikmat dan rahmat yang telah dilimpahkan, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Strata-1 dengan baik.

Dalam pembuatan skripsi ini tentunya ditemukan banyak kesulitan dan rintangan namun, dapat saya lewati dengan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, saya ingin menyampaikan banyak terima kasih secara khusus kepada:

1. Ibu dan Adik saya tercinta yang menjadi alasan saya untuk selalu semangat dan berkat doa dan dukungannya saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Felivia Kusnadi, M.Act.Sc. dan Bapak Jonathan Hoseana, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, tenaga, arahan, bimbingan, saran, kritik, dan semangat selama proses pembuatan skripsi sehingga dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Iwan Sugiarto, M.Si. dan Bapak Dr. Daniel Salim selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, kritik, dan arahan sehingga skripsi ini menjadi lebih baik.
4. Ibu Felivia Kusnadi, M.Act.Sc. selaku dosen wali saya yang selalu memberikan nasihat dan arahan sepanjang perkuliahan saya.
5. Kepada seluruh dosen Program Studi Matematika yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan, serta staf Tata Usaha FTIS yang telah membantu proses administratif selama masa perkuliahan.
6. Ellis Dwina yang selalu memberikan dukungan dan semangat serta menampung keluh kesah selama pembuatan skripsi ini.
7. Sahabat-sahabat "Ansos-mat" (Biqytofa, Aditya, Admiral, Kevin, Luthfi, Billy, Dennis, Timithy, dan Michael) yang memberikan saran, arahan, dan masukan agar dapat menjalani seluruh proses-proses perkuliahan dengan baik.
8. Sahabat-sahabat penghuni kost *The Maple Place Residence* yang selalu menjadi distraksi selama pengerjaan skripsi ini.
9. Kepada pihak-pihak yang terlibat yang tidak dapat saya ucapkan satu per satu.
10. Kepada diri saya yang tetap berjuang mengerjakan skripsi ini dengan baik.

Saya berharap skripsi yang masih jauh dari kata sempurna ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Akhir kata, saya ucapkan terima kasih.

Bandung, 30 Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

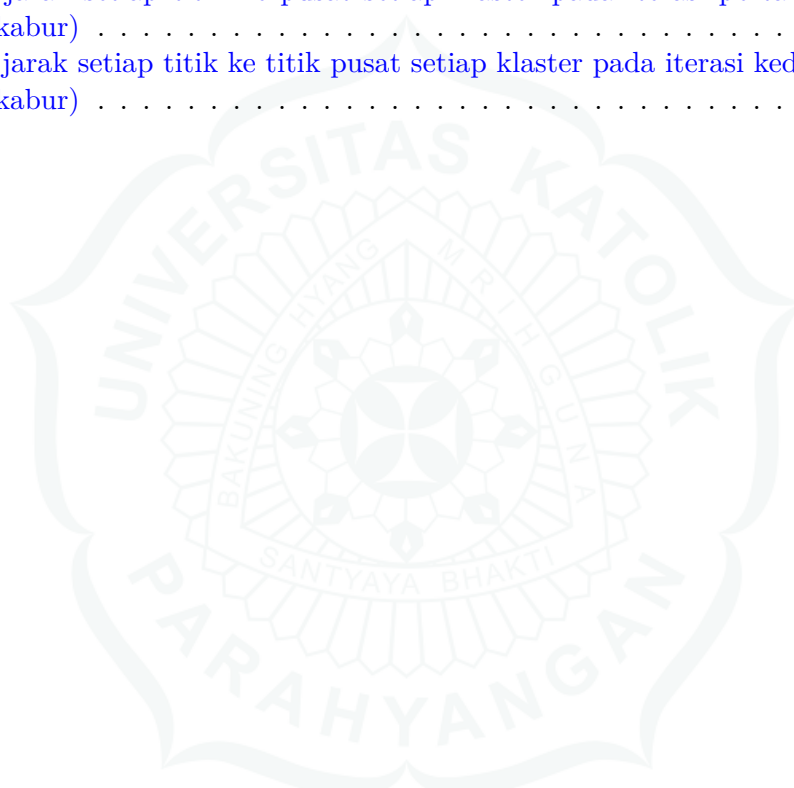
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 <i>State of the Art</i>	3
2 LANDASAN TEORI	4
2.1 Himpunan Kabur	4
2.2 Notasi dan Istilah Dasar Himpunan Kabur	6
2.3 Bilangan Kabur	7
2.4 Pembagian Untung-Rugi	8
2.5 Metode <i>C-Means</i>	10
2.6 Metode <i>C-Means</i> Kabur	13
2.7 Fungsi Kepadatan Peluang	18
3 ANALISIS PEMBAGIAN UNTUNG-RUGI	19
3.1 Pengolahan Data	19
3.2 Penghitungan r dan d Model Pembagian Untung-Rugi	20
4 KLASERISASI DATA DAN KONSTRUKSI FUNGSI-FUNGSI KEPADATAN PELUANG	22
4.1 Analisis Hasil Metode <i>C-Means</i> Kabur	22
4.2 Formulasi Fungsi-Fungsi Keanggotaan dan Fungsi-Fungsi Kepadatan Peluang	23
5 KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR REFERENSI	38
A HASIL MATRIKS DENGAN PENGKLASTERAN METODE <i>c-means</i> KABUR	40
B HASIL SKEMA PEMBAGIAN UNTUNG-RUGI	42

DAFTAR GAMBAR

2.1	Grafik fungsi μ_A dalam (2.1) untuk $a = 0$, $b = 2$, dan $c = 4$	4
2.2	Grafik $y = 0$ (biru), $y = \frac{x-a}{b-a}$ (merah), dan $y = \frac{c-x}{c-b}$ (hijau) dengan $a = 0$, $b = 2$, $c = 4$	5
2.3	Grafik $y=0$ (biru) dan $y = \min \left\{ \frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b} \right\}$ (hitam) dengan $a = 0$, $b = 2$, $c = 4$. . .	5
2.4	Grafik fungsi μ_A dalam (2.2) untuk $a = 0$, $b = 2$, $c = 4$, dan $d = 6$	6
2.5	Bentuk grafik fungsi keanggotaan dari bilangan kabur A yang diberikan oleh (2.4)	7
4.1	Grafik derajat keanggotaan dari setiap titik pada data keuntungan harian dalam setiap kluster, di mana sumbu datar adalah besar keuntungan harian dan sumbu tegak adalah derajat keanggotaan pada kluster 1 (gambar kiri), kluster 2 (gambar tengah), dan kluster 3 (gambar kanan)	22
4.2	Grafik fungsi keanggotaan segitiga kluster 1 untuk keuntungan harian, yaitu $\mu_1^p = [20.000, 197.500, 496.500]$	23
4.3	Grafik fungsi keanggotaan segitiga kluster 2 untuk keuntungan harian, yaitu $\mu_2^p = [224.190, 515.910, 1.370.500]$	25
4.4	Grafik fungsi keanggotaan segitiga kluster 3, untuk keuntungan harian, yaitu $\mu_3^p = [677.880, 1.370.500, 1.734.000]$	26
4.5	Grafik derajat keanggotaan terhadap tingkat pengembalian harian yang diterima oleh pemberi pinjaman dalam setiap kluster, di mana (sumbu datar adalah tingkat pengembalian harian yang diterima oleh pemberi pinjaman, dan sumbu tegak adalah derajat keanggotaan pada kluster 1 (gambar kiri), kluster 2 (gambar tengah), dan kluster 3 (gambar kanan)	27
4.6	Grafik fungsi keanggotaan segitiga kluster 1 untuk tingkat pengembalian harian yang diterima oleh pemberi pinjaman, yaitu $\mu_1^r = [0,00133, 0,00594, 0,00692]$	28
4.7	Grafik fungsi keanggotaan segitiga kluster 2 untuk tingkat pengembalian harian yang diterima oleh pemberi pinjaman, yaitu $\mu_2^r = [0,00602, 0,00700, 0,00985]$	29
4.8	Grafik fungsi keanggotaan segitiga kluster 1, yaitu $\mu_3^r = [0,00984, 0,00985, 0,01140]$	30
4.9	Grafik derajat keanggotaan terhadap tingkat hasil harian yang dibawa pulang oleh pedagang dalam setiap kluster (sumbu datar adalah tingkat hasil harian yang dibawa pulang oleh pedagang, dan sumbu tegak adalah derajat keanggotaan pada kluster 1 (gambar kiri), kluster 2 (gambar tengah), dan kluster 3 (gambar kanan)	31
4.10	Grafik fungsi keanggotaan segitiga kluster 1 untuk tingkat hasil harian yang dibawa pulang oleh pedagang, yaitu $\mu_1^d = [0, 0,00723, 0,02601]$	32
4.11	Grafik fungsi keanggotaan segitiga kluster 2 untuk tingkat hasil harian yang dibawa pulang oleh pedagang, yaitu $\mu_2^d = [0,00867, 0,02740, 0,08152]$	33
4.12	Grafik fungsi keanggotaan segitiga kluster 3 untuk tingkat hasil harian yang dibawa pulang oleh pedagang, yaitu $\mu_3^d [0,03765, 0,08152, 0,10454]$ dengan $a =$, $b =$, $c =$. . .	34

DAFTAR TABEL

2.1	Kuadrat jarak setiap titik ke pusat setiap klaster pada iterasi pertama (metode <i>c-means</i>)	11
2.2	Hasil pengklasteran pada iterasi pertama (metode <i>c-means</i>)	11
2.3	Kuadrat jarak setiap titik ke pusat setiap klaster pada iterasi kedua (metode <i>c-means</i>)	12
2.4	Hasil pengklasteran pada iterasi kedua (metode <i>c-means</i>)	12
2.5	Kuadrat jarak setiap titik ke pusat setiap klaster pada iterasi pertama (metode <i>c-means</i> kabur)	15
2.6	Kuadrat jarak setiap titik ke titik pusat setiap klaster pada iterasi kedua (metode <i>c-means</i> kabur)	16



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perdagangan adalah kegiatan ekonomi yang mengaitkan produsen dan konsumen. Sebagai suatu kegiatan distribusi, perdagangan menjamin peredaran, penyebaran, dan penyediaan barang melalui mekanisme pasar [1]. Ada banyak kasus di mana pedagang mengalami kekurangan modal untuk memenuhi kebutuhan berdagangnya, sehingga memerlukan modal tambahan. Dalam kasus seperti ini, modal tambahan dapat diperoleh pedagang dengan cara meminjam kepada bank-bank konvensional.

Pengembalian pinjaman dari bank-bank konvensional disertai bunga. Menurut Otoritas Jasa Keuangan¹ (OJK), bunga atas pinjaman yang diberikan oleh bank-bank konvensional bernilai belasan persen. Jika penghasilan yang diperoleh seorang pedagang bersifat fluktuatif, maka besarnya bunga pengembalian pinjaman ini bisa jadi memberatkan, bahkan menghambat pertumbuhan dan kesejahteraan pedagang tersebut. Untuk menangani hambatan ini, bank-bank syariah menawarkan alternatif pinjaman tanpa bunga.

Bank-bank syariah memiliki perbedaan dengan bank-bank konvensional. Khususnya, bank-bank syariah melakukan investasi berbasis aset yang memiliki risiko kredit dengan dukungan aset yang nyata [2]. Perbedaan ini membuat bank-bank syariah memprioritaskan produktivitas yang menghasilkan pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan. Hal ini telah diuji dengan model-model teoretis dan dengan analisis numerik [3]. Salah satu bentuk transaksi keuangan yang disediakan oleh bank-bank syariah adalah pembagian untung-rugi atau *profit-loss sharing* (PLS).

Dalam pembagian untung-rugi, seorang pemberi pinjaman memberikan sejumlah modal kepada seorang pedagang. Pedagang tersebut harus membayarkan pinjaman secara harian, serta melakukan pembagian keuntungan sesuai dengan kesepakatan yang dibuat [4]. Dengan demikian, pemberi pinjaman akan menerima kembali modal yang telah ia berikan, serta bagian keuntungan dari hasil penjualan pedagang. Untuk memperhitungkan fluktuasi-fluktuasi keuntungan harian yang menyebabkan ketidakpastian dalam skema pembagian untung-rugi, model matematis untuk skema pembagian untung-rugi yang sudah banyak dipelajari di literatur [5, 6] dapat dikombinasikan dengan beberapa pendekatan, salah satunya adalah logika kabur.² Logika kabur dapat menjadi alat untuk memodelkan ketidakpastian yang demikian, sebagaimana pada artikel [5]. Pada artikel tersebut, digunakan data keuntungan harian dari sebuah pasar tradisional di Bandung, dan diperoleh porsi pembagian untung-rugi yang optimal untuk skema yang dijalankan. Selain dalam skema pembagian

¹<https://www.ojk.go.id/id/kanal/perbankan/pages/suku-bunga-dasar.aspx>

²Dalam skripsi ini digunakan istilah logika kabur, himpunan kabur, dan bilangan kabur masing-masing sebagai terjemahan dari *fuzzy logic*, *fuzzy set*, dan *fuzzy number*, sebagaimana yang digunakan dalam buku berbahasa Indonesia oleh Susilo [7].

untung-rugi, logika kabur juga diterapkan dalam masalah-masalah keuangan lainnya, seperti penentuan skenario investasi terbaik [8]. Pemilihan portofolio memperhitungkan ketidakpastian ekspektasi pengembaliannya juga dipelajari dengan pendekatan logika kabur [9].

Pada skripsi ini, dengan menggunakan data keuntungan harian selama enam bulan dari seorang pedagang minuman kopi di kota Jakarta, pertama-tama digunakan model matematis untuk pembagian untung-rugi [5, 6] untuk menghitung tingkat pengembalian harian yang diterima oleh pemberi pinjaman dan tingkat hasil harian yang dibawa pulang oleh pedagang. Untuk mengevaluasi kebermanfaatan skema pembagian untung-rugi bagi pedagang maupun bagi pemberi pinjaman, diperlukan analisis statistik dari ketiga kuantitas tersebut, yaitu keuntungan harian, tingkat pengembalian harian yang diterima oleh pemberi pinjaman, dan tingkat hasil harian yang dibawa pulang oleh pedagang. Untuk itu, data keuntungan harian diklasterisasi dengan menggunakan metode pengklasteran *c-means* kabur [10] sehingga diperoleh tiga klaster, yaitu klaster keuntungan rendah, klaster keuntungan sedang, dan klaster keuntungan tinggi. Ketiga klaster yang diperoleh merupakan himpunan-himpunan kabur, yang kemudian dihampiri sebagai bilangan-bilangan kabur dengan fungsi keanggotaan berbentuk segitiga [5, 11]. Dari sini kemudian diperoleh fungsi-fungsi segitiga yang memodelkan besar keuntungan harian, tingkat pengembalian harian yang diterima oleh pemberi pinjaman, dan tingkat hasil harian yang dibawa pulang oleh pedagang, untuk masing-masing dari ketiga kasus level keuntungan tersebut. Dengan penskalaan ulang, fungsi-fungsi segitiga tersebut kemudian ditransformasikan menjadi fungsi-fungsi kepadatan peluang yang memodelkan besar keuntungan harian, tingkat pengembalian harian yang diterima oleh pemberi pinjaman, dan tingkat hasil harian yang dibawa pulang oleh pedagang, untuk masing-masing kasus. Fungsi-fungsi kepadatan peluang tersebut dapat digunakan untuk memperoleh berbagai informasi statistis seperti peluang, ekspektasi, dan variansi dari ketiga kuantitas tersebut, untuk masing-masing kasus.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, berikut rumusan masalah yang akan dibahas pada skripsi ini.

1. Apakah skema pembagian untung-rugi yang disimulasikan menggunakan data keuntungan harian pedagang kopi tersebut menguntungkan kedua belah pihak dan dapat menjadi alternatif pinjaman untuk modal tambahan?
2. Dengan keuntungan harian yang berfluktuasi, informasi apa sajakah yang dapat diperoleh dari hasil aplikasi metode *c-means* kabur pada data keuntungan harian pedagang kopi tersebut yang dapat meyakinkan kedua belah pihak dalam menggunakan skema pembagian untung-rugi?

1.3 Tujuan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah

1. menunjukkan melalui sebuah simulasi bahwa skema pembagian untung-rugi dapat menjadi alternatif pinjaman untuk tambahan modal;
2. mengaplikasikan metode *c-means* kabur pada data keuntungan harian yang digunakan dalam simulasi dalam rangka memperoleh informasi statistis yang dapat meyakinkan kedua belah

pihak dalam menjalankan skema pembagian untung-rugi.

1.4 *State of the Art*

Skema pembagian untung-rugi sudah banyak dipelajari, antara lain dengan menggunakan simulasi data [12] dan menggunakan model matematis yang dibuat dengan pendekatan logika kabur [5]. Namun, penelitian yang mengaplikasikan logika kabur pada skema pembagian untung-rugi dengan tujuan mengonstruksi fungsi-fungsi kepadatan peluang dari kuantitas-kuantitas yang terlibat di dalamnya belum ditemukan di literatur. Salah satu konsep utama dalam logika kabur adalah himpunan kabur, yang memiliki fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan dari suatu himpunan kabur yang memodelkan suatu kuantitas dapat ditransformasikan dengan penskalaan ulang menjadi suatu fungsi kepadatan peluang untuk kuantitas tersebut [13, hlm. 112]. Penerapan ide ini dalam skema pembagian untung-rugi merupakan poin kebaruan yang utama dalam skripsi ini. Poin kebaruan lainnya terletak pada data yang digunakan, yaitu data keuntungan harian selama enam bulan dari seorang pedagang minuman kopi di kota Jakarta. Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, pertama-tama data keuntungan tersebut diklusterisasi dengan metode *c-means* kabur [5]. Kemudian, kluster-kluster yang diperoleh dihipotesiskan sebagai bilangan-bilangan kabur yang fungsi-fungsi keanggotaannya ditransformasi menjadi fungsi-fungsi kepadatan peluang. Dengan cara ini, diperoleh fungsi-fungsi kepadatan peluang dari keuntungan harian, tingkat pengembalian harian yang diterima oleh pemberi pinjaman, dan tingkat hasil harian yang dibawa pulang oleh pedagang tersebut, dalam tiga kasus, yaitu kasus-kasus keuntungan rendah, sedang, dan tinggi.