



# **Penerapan Algoritma Klasifikasi C4.5 Berbasis AdaBoost Untuk Prediksi Loyalitas Pelanggan Distributor Pulsa Elektronik**

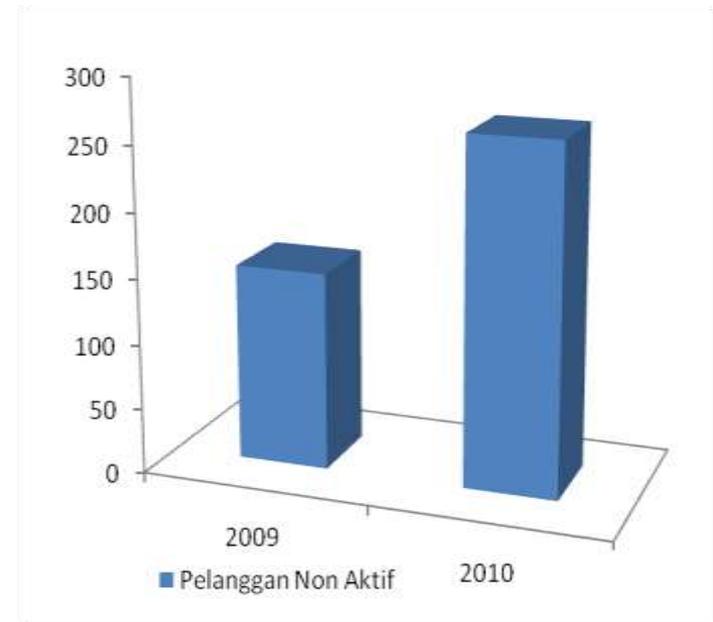
**Eni Irfiani**  
**14000278**

# Latar Belakang Masalah

- Distributor adalah badan perseorangan yang membeli produk dalam jumlah besar dan menyalurkan kepada **sub distributor** atau kepada **pengecer langsung**
- **Distributor pulsa elektronik menjual pulsa isi ulang elektronik** prabayar GSM/CDMA yang banyak diminati oleh pelanggan
- **Banyaknya pelanggan yang tidak loyal** pada pelanggan telepon selular pasca bayar (Govindaraju, dkk, 2008)
- **Meningkatnya jumlah pelanggan yang tidak aktif** atau berpindah ke kompetitor lain (Liao, 2007)
- **Akurasi prediksi** loyalitas pelanggan pada perusahaan telekomunikasi selular pascabayar **71.31% → fair classification** (Govindaraju, 2008) & (Goronescu, 2011)

# Latar Belakang Masalah

<b>Tahun</b>	<b>Jumlah Pelanggan</b>	<b>Pelanggan Non Aktif</b>
2009	535	28%
2010	780	33%



**Grafik peningkatan pelanggan non aktif**  
(sumber: distributor pulsa elektronik Garuda Reload Depok)

# Latar Belakang Masalah

- Perlu diketahui dan diprediksi pola pelanggan loyal dan tidak dari aktifitas penjualan pulsa elektronik
- Pencarian dan prediksi pola dari data menggunakan metode klasifikasi data mining
- Penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan c4.5 untuk prediksi loyalitas pelanggan → belum akurat

# Rumusan Masalah

Sebagian besar penerapan algoritma C4.5 untuk prediksi loyalitas pelanggan, tingkat akurasi masih belum di level excellence

## **Pertanyaan penelitian:**

Seberapa meningkat akurasi Algoritma C4.5 berbasis AdaBoost dapat memprediksi loyalitas pelanggan?



## Tujuan Penelitian

Menerapkan metode adaboost pada Algoritma C4.5 untuk **meningkatkan akurasi prediksi loyalitas** pelanggan



# Manfaat Penelitian

- Mempersiapkan treatment khusus untuk pelanggan yang tidak loyal, sehingga mereka jadi loyal
- Meningkatkan pendapatan perusahaan karena treatment khusus akan meningkatkan loyalitas



## Ruang Lingkup

- **Research:** Penelitian dibatasi pada pengujian model algoritma klasifikasi c4.5 dan metode boosting Adaboost
- **Data:** Distributor Garuda Reload Depok dimana observasi dilakukan selama tiga bulan ( April-Juni 2011 )

# Tinjauan Studi

## ***Modeling Data Mining Applications for Prediction of Prepaid Churn in Telecommunication Service*** (Kraljevic & Gotovac, 2010)

- Penelitian untuk memprediksi pelanggan yang tidak loyal pada perusahaan telekomunikasi prabayar HT Mostar di Bosnia & Herzegovina
- 2/3 data training, 1/3 data testing
- Komparasi model Decision Tree dan Neural Network
- Model pohon keputusan (Decision Tree ) memiliki akurasi paling baik

# Tinjauan Studi

***Data Mining in Churn Analysis Model for Telecommunication Industry*** (Oseman,dkk, 2010)

- Penelitian untuk mencegah berkurangnya pendapatan perusahaan yang disebabkan pelanggan yang tidak loyal
- Menggunakan model pohon keputusan algoritma ID3
- Variabel prediksi berdasarkan data demografi pelanggan serta aktivitas pelanggan menggunakan pelayanan

# Tinjauan Studi

## ***The Comparative Analysis and Study of Mobile-based Customer Data Churn Prediction Model*** (Jin-Hui & Jian-Jun, 2009)

- Penelitian untuk memprediksi pelanggan yang tidak loyal pada perusahaan telekomunikasi
- 100.000 data training, 100.000 data testing
- Komparasi model Decision Tree, Neural Network, SVM
- Model pohon keputusan memiliki akurasi paling baik

# Tinjauan Studi

## **Perancangan Sistem Prediksi *Churn* Pelanggan PT. Telekomunikasi Seluler Dengan Memanfaatkan Proses Data Mining (Govindaraju, dkk, 2008)**

- Penelitian untuk memprediksi pelanggan yang tidak loyal pada perusahaan telekomunikasi selular pasca bayar di Bandung
- Menggunakan model Decision Tree
- Variabel atribut yang digunakan data informasi pelanggan, data aktivitas transaksi, data pembayaran
- Akurasi prediksi 71.31%

# Tinjauan Studi

## **Metode Pohon Gabungan: Solusi Pilihan Untuk Mengatasi Kelemahan Pohon Regresi dan Klasifikasi Tunggal (Sartono & Syafitri, 2010)**

- Menggunakan metode pohon regresi dan pohon klasifikasi
- Komparasi metode untuk meningkatkan akurasi antara lain Boosting, Bagging, Random Forest
- Metode Boosting mempunyai akurasi klasifikasi terbaik



# Tinjauan Pustaka

1. Loyalitas Pelanggan
2. Distributor Pulsa Elektronik
3. Algoritma C4.5
4. C4.5 berbasis AdaBoost



# Loyalitas Pelanggan

Faktor pengukuran loyalitas pelanggan (Griffin, 2005) :

- Pelanggan berulang
- Melakukan pembelian kedua dalam periode waktu tertentu
- Frekuensi pembelian
- Jumlah pembelian



## Distributor Pulsa Elektronik

- Distributor: membeli produk dalam jumlah besar dan menyalurkan kepada pengecer
- Pulsa Elektronik: voucher elektronik isi ulang GSM atau CDMA
- PT. Garuda Reload Depok menggunakan *multi chip server*



## Algoritma C4.5

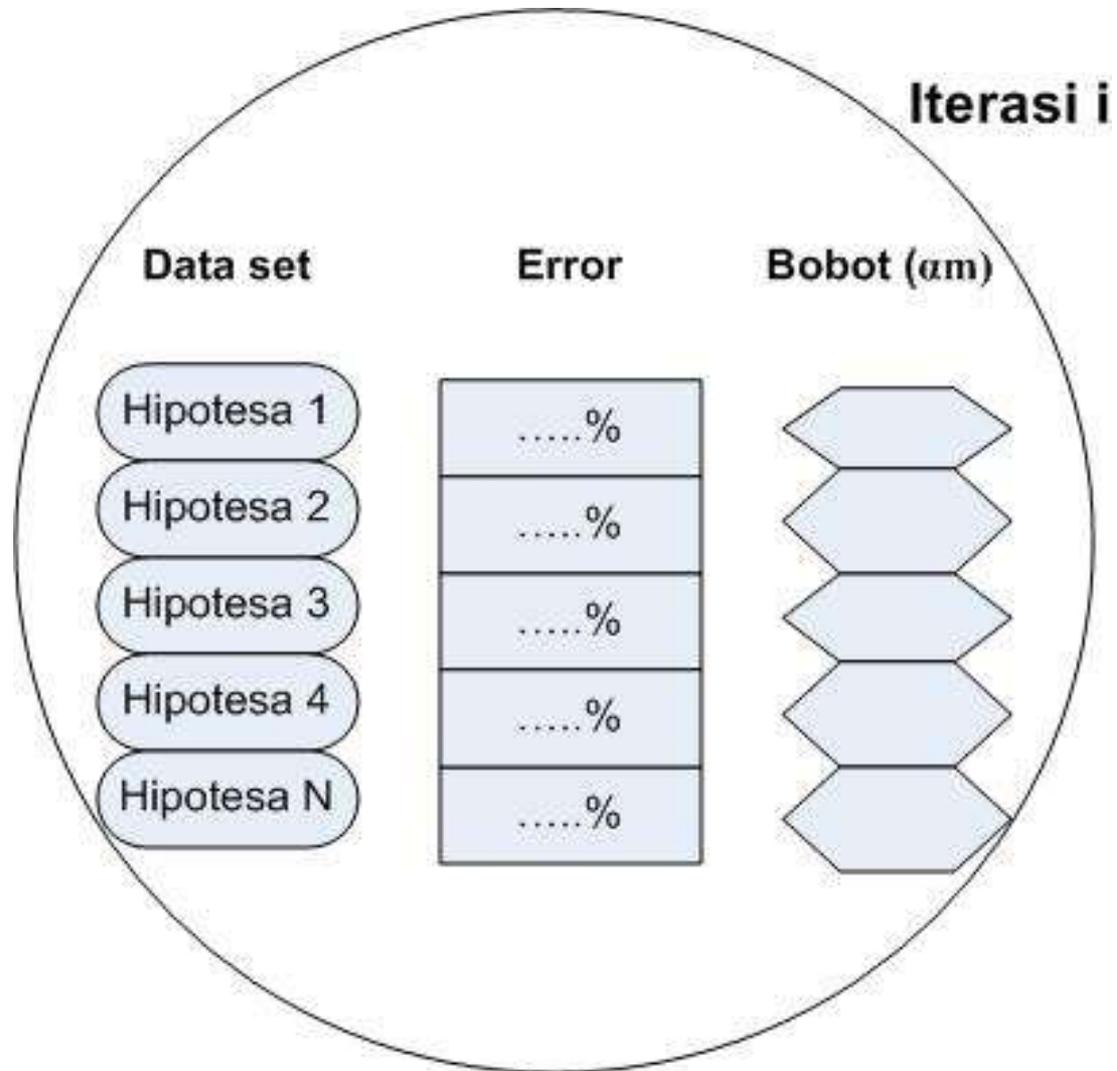
- Model Data Mining yang berbasis supervised learning
- Digambarkan dalam bentuk pohon yang bercabang untuk menyelesaikan permasalahan klasifikasi
- Digunakan untuk kasus-kasus dimana output nya bernilai diskrit



## C4.5 berbasis AdaBoosting

- Metode dalam klasifikasi dan prediksi untuk meningkatkan ketelitian
- Kombinasi dari suatu model
- Pemberian bobot pada pohon tunggal

# Algoritma AdaBoost



$$\text{Hipotesa baru} = \text{hipotesa lama} + (\text{bobot} * h)$$

# Kerangka Pemikiran

## PROBLEMS

Prediksi loyalitas pelanggan menggunakan algoritma C4.5 belum akurat



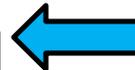
## APPROACH

Algoritma C4.5 berbasis AdaBoost



## DEVELOPMENT

Framework RapidMiner versi 5.1



## IMPLEMENTATION

Objek: Distributor pulsa elektronik



## EVALUATION

*Confusion Matrix*

Kurva ROC



## RESULT

Algoritma C4.5 berbasis AdaBoost meningkatkan akurasi dalam memprediksi loyalitas pelanggan



# Metode Penelitian

1. Pengumpulan Data
2. Pengembangan Model
  - a. Algoritma C4.5
  - b. C4.5 berbasis AdaBoost
3. Pengujian Model pada Data Eksperimen
4. Evaluasi dan Validasi Data Eksperimen
  - a. Confusion matrix
  - b. Kurva ROC

# 1. Pengumpulan Data

Ekperimen menggunakan 253 diambil dari bulan april sampai juni 2011



# 1. Pengumpulan Data

Parameter atribut untuk memprediksi loyalitas pelanggan antara lain

<b>Deposit</b>	Minim
	Cukup
	Banyak
<b>Frekuensi</b>	Jarang
	Sedang
	Sering
<b>Area</b>	Desa
	Kota
<b>Lama Langganan</b>	PinggirKota
	Baru
	Lama

## 2. Pengembangan Model

### Algoritma C4.5

1. Menentukan atribut , diambil dari data historis.
2. Menentukan atribut yang terpilih lebih dahulu dengan menghitung nilai entropi

$$\text{Entropi}(y) = \sum_{i=1}^n - p_i * \log_2 p_i$$

3. Menghitung nilai information gain terbesar
4. Menghitung information gain dari output y data yang dikelompokan berdasarkan atribut A:

5. Hitung Gain (y,A)

$$\text{Gain}(y,A) = \text{Entropi}(y) - \frac{|\underline{y}_c|}{|y|} \text{entropi}(y_c)$$

6. Ulangi langkah ke-2 hingga semua atribut terpecah

## 2. Pengembangan Model

### Algoritma C4.5 Berbasis AdaBoost

1. Menentukan awal bobot  $W_i = 1/n$  ( $n = \text{pengamatan}$ )
2. Menentukan iterasi, kemudian lakukan proses:
  - a. Susun pohon tunggal dengan memperhatikan bobot  $W_i$
  - b. Hitung tingkat kesalahan klasifikasi
  - c. Hitung  $\alpha_m = \frac{1 - e_m}{e_m}$
  - d. Tentukan bobot baru untuk setiap pengamatan
3. Menentukan nilai akhir class

Dugaan kelas akhir menggunakan fungsi

$$\text{sign} \left( \sum \alpha_m \right)$$

hasil dugaan kelas akhir dinotasikan +1 dan -1

# 3. Pengujian Model

## a. Algoritma C4.5

Menentukan entropi & Gain Information dari masing-masing atribut.

<b>Atribut</b>	<b>Entropy</b>	<b>Information Gain</b>
Area	0.8389722	0.013432982
Deposit	0.63528352	0.21712166
Lama Berlangganan	0.83142275	0.020982427
Frekuensi	0.68080834	0.171596836

# Perhitungan Node 1

Node			Jumlah kasus (S)	Aktif (S1)	Tidak (S2)	Entropy	Gain	Ket
<b>1.1</b>	<b>Deposit – Cukup</b>		18	13	5	0.85241		
	Frekuensi	Jarang	8	4	4	1	0.191	<b>Gain Tertinggi Node 1.1</b>
		Sedang	6	5	1	0.65002		
		Sering	4	4	0	0		
	Area	Desa	6	4	2	0.9183	0.024	
		PinggirKota	6	5	1	0.65002		
		Kota	6	4	2	0.9183		
	Lama Berlangganan	Baru	9	8	1	0.50326	0.105	
		Lama	9	5	4	0.99108		
<b>1.2</b>	<b>Deposit – Minim</b>		19	9	10	0.998		
	Frekuensi	Jarang	8	2	6	0.81128	0.293	<b>Gain Tertinggi Node 1.2</b>
		Sedang	7	3	4	0.98523		
		Sering	4	4	0	0		
	Area	Desa	5	2	3	0.97095	0.051	
		PinggirKota	8	5	3	0.95443		
		Kota	6	2	4	0.9183		
	Lama Berlangganan	Baru	11	6	5	0.99403	0.021	
		Lama	8	3	5	0.95443		
<b>1.3</b>	<b>Deposit – Banyak</b>		17	17	0	0	0	<b>Aktif</b>

# Perhitungan Node 1.1

Node			Jumlah kasus (S)	Aktif (S1)	Tidak (S2)	Entropy	Gain	Ket
<b>1.1</b>	<b>Deposit - Cukup</b>							
<b>1.1.1</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Jarang</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>		
	Area	Desa	3	1	2	0.9183	0.061	
		PinggirKota	3	2	1	0.9183		
		Kota	2	1	1	1		
	Lama Berlangganan	Baru	4	3	1	0.81128	0.189	<b>Gain Tertinggi Node 1.1.1</b>
		Lama	4	1	3	0.81128		
<b>1.1.2</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Sedang</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>0.65002</b>		
	Area	Desa	2	2	0	0	0.317	<b>Aktif</b>
		PinggirKota	2	2	0	0		
		Kota	2	1	1	1		
	Lama Berlangganan	Baru	3	3	0	0	0.191	
		Lama	3	2	1	0.9183		
<b>1.1.3</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Sering</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Aktif</b>

# Perhitungan Node 1.2

Node			Jumlah kasus (S)	Aktif (S1)	Tidak (S2)	Entropy	Gain	Ket
<b>1.2</b>	<b>Deposit - Minim</b>							
<b>1.2.1</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Jarang</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>0.81128</b>		
	Area	Desa	3	1	2	0.9183	0.123	<b>Tidak</b>
		PinggirKota	3	1	2	0.9183		
		Kota	2	0	2	0		
	Lama Berlangganan	Baru	5	2	3	0.97095	0.204	
		Lama	3	0	3	0		
<b>1.2.2</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Sedang</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0.98523</b>		
	Area	Desa	2	1	1	1	0.306	<b>Gain Tertinggi Node 1.2.2</b>
		PinggirKota	3	2	1	0.9183		
		Kota	2	0	2	0		
	Lama Berlangganan	Baru	4	1	3	0.81128	0.128	
		Lama	3	1	2	0.9183		
<b>1.2.3</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Sering</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

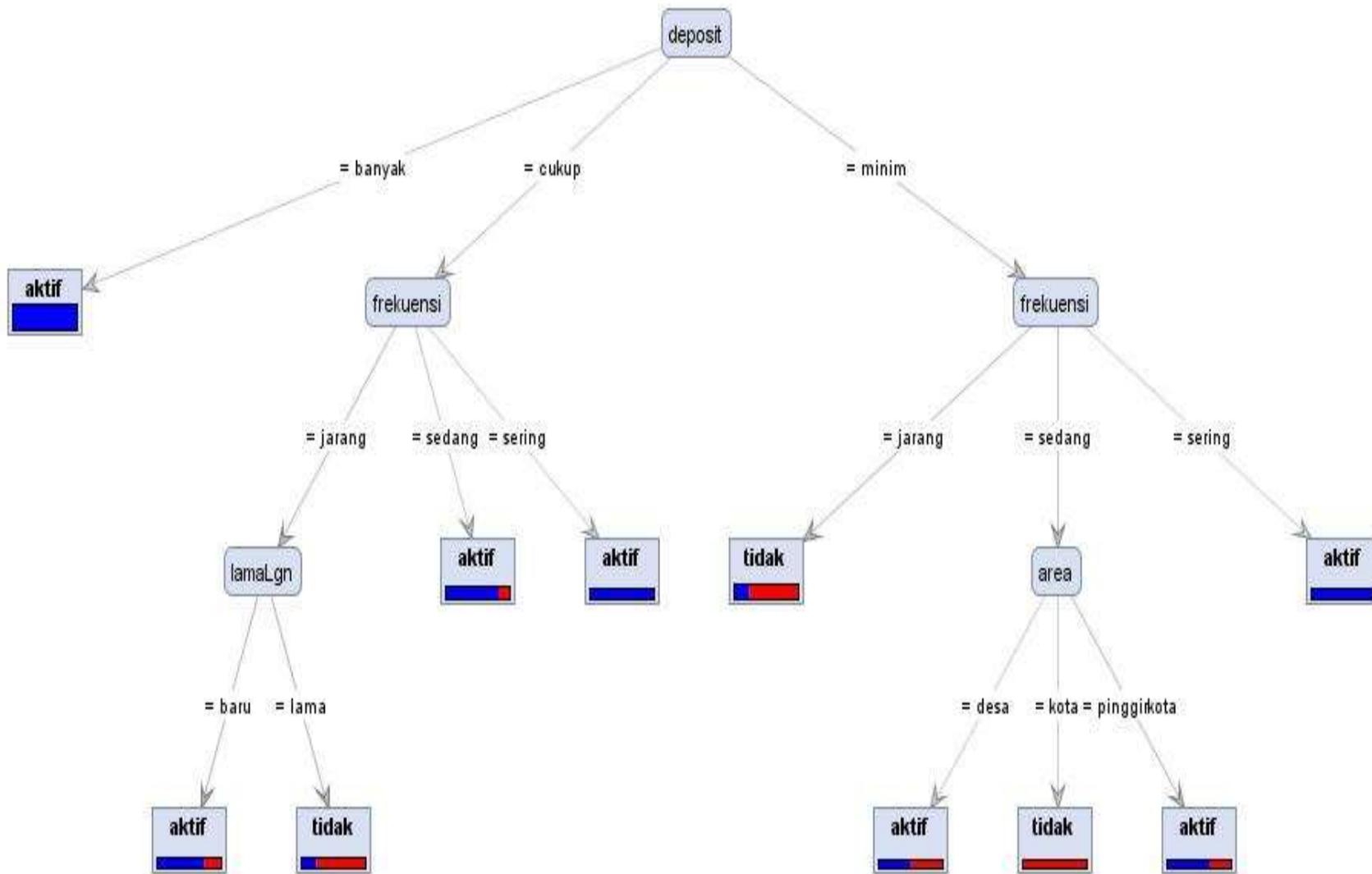
# Perhitungan Node1.1.1

Node			Jumlah kasus (S)	Aktif (S1)	Tidak (S2)	Entropy	Gain	Ket
<b>1.1</b>	<b>Deposit - Cukup</b>							
<b>1.1.1</b>	<b>Frekuensi - Jarang</b>							
<b>1.1.1.1</b>	<b>Lama Berlangganan</b>	<b>Baru</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0.81128</b>		
	Area	Desa	2	1	1	1	0.3113	<b>Aktif</b>
		PinggirKota	1	1	0	0		
		Kota	1	1	0	0		
<b>1.1.1.2</b>	<b>Lama Berlangganan</b>	<b>Lama</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0.81128</b>		
	Area	Desa	1	0	1	0	0.8113	<b>Tidak</b>
		PinggirKota	2	1	1	1		
		Kota	1	0	1	0		

## Perhitungan node 1.2.2

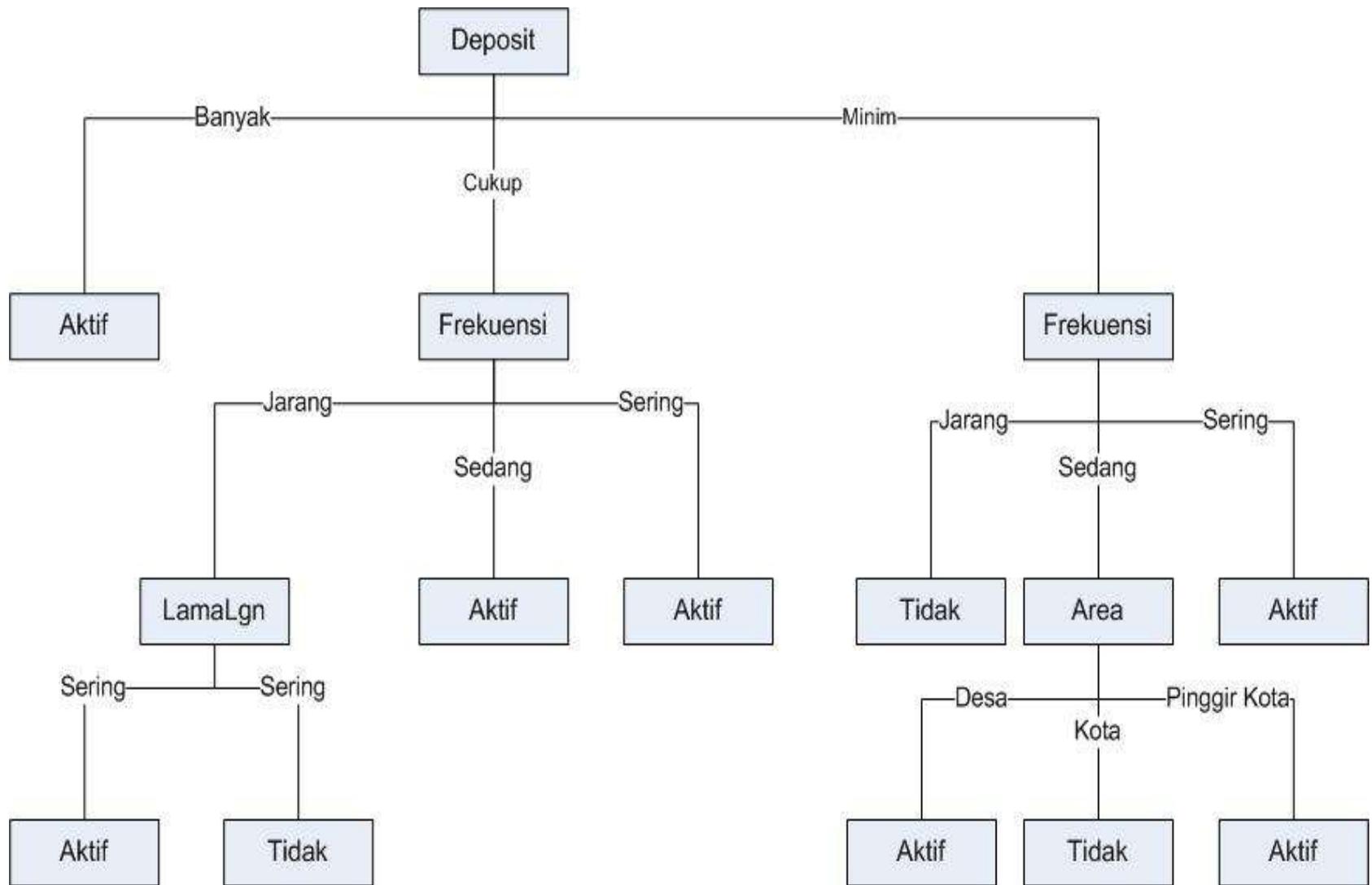
Node			Jumlah kasus (S)	Aktif (S1)	Tidak (S2)	Entropy	Gain	Ket
<b>1.2</b>	<b>Deposit - Minim</b>							
<b>1.2.2</b>	<b>Frekuensi - Sedang</b>							
<b>1.2.2.1</b>	<b>Area</b>	<b>Desa</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		
	Lama	Baru	1	1	0	0	0	<b>Aktif</b>
	Berlangganan	Lama	1	0	1	0		
<b>1.2.2.2</b>	<b>Area</b>	<b>Pinggir Kota</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0.9183</b>		
	Lama	Baru	2	1	1	<b>1</b>	0.252	<b>Aktif</b>
	Berlangganan	Lama	1	1	0	0		
<b>1.2.2.3</b>	<b>Area</b>	<b>Kota</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>		
	Lama	Baru	1	0	1	0	0	<b>Tidak</b>
	Berlangganan	Lama	1	0	1	0		

# Model pohon keputusan algoritma C4.5

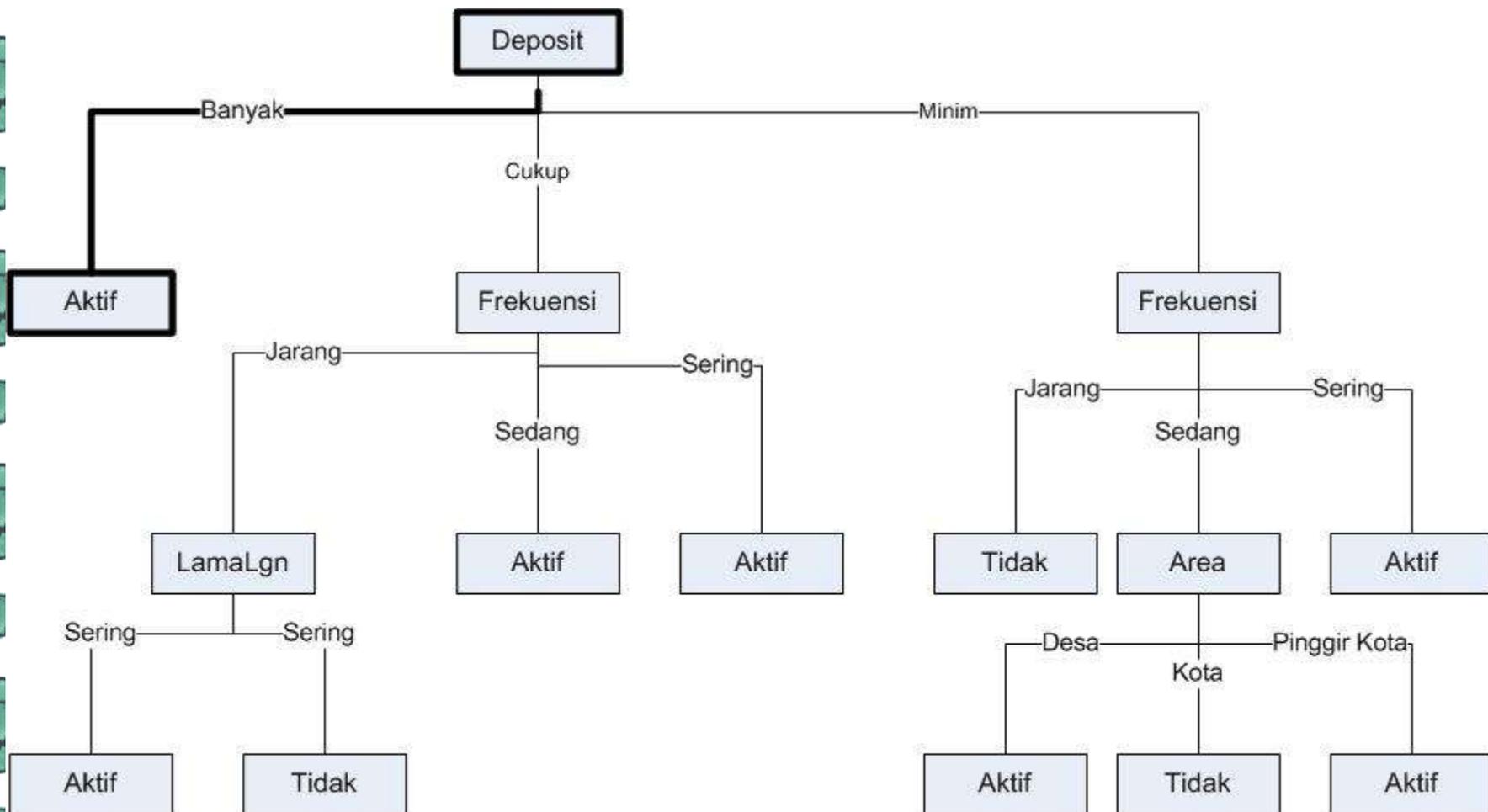


## b. Algoritma C4.5 berbasis AdaBoost

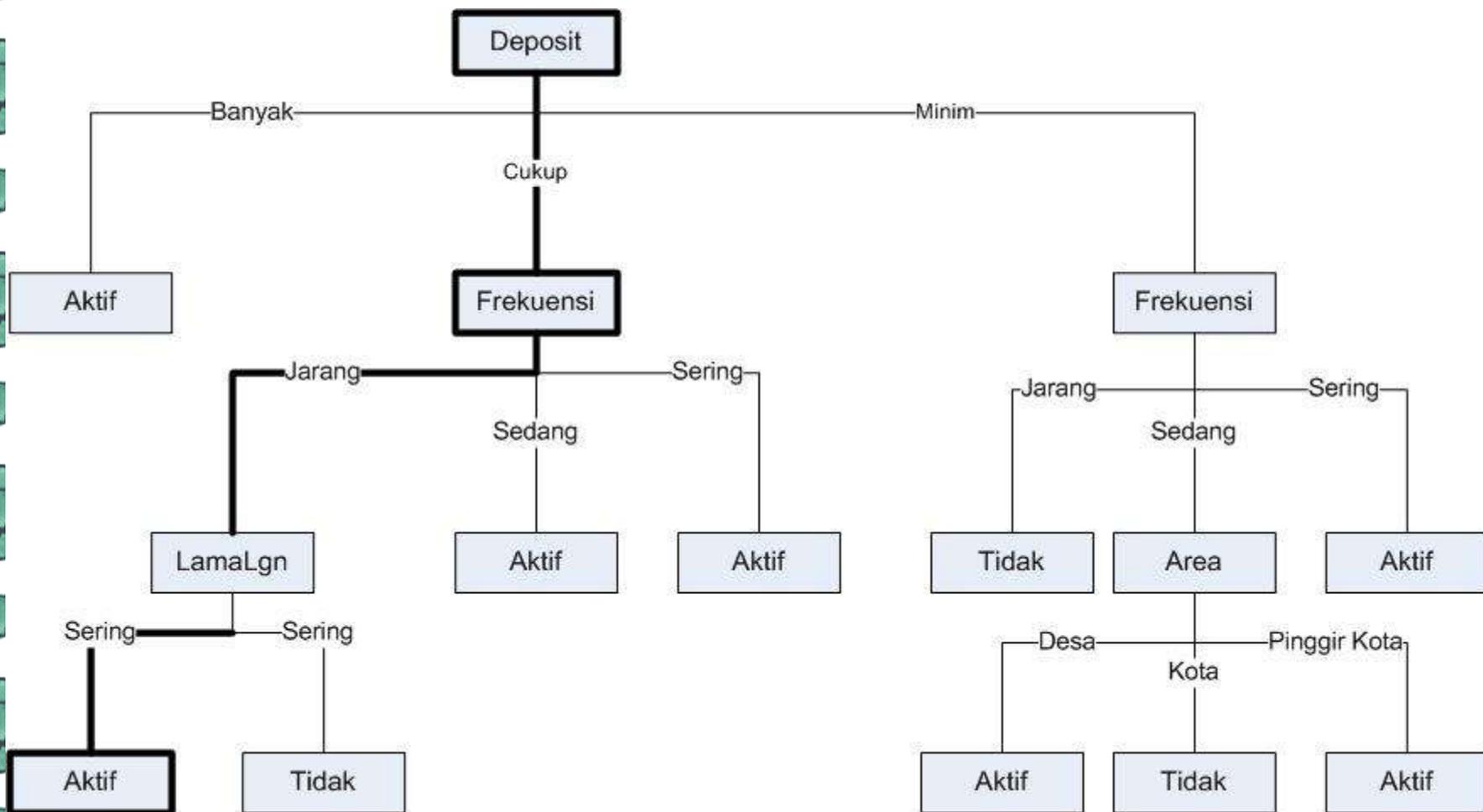
1. Menentukan bobot awal  $W_i = 1/n = 1/59 = 0.0169$
2. Penentuan iterasi dimana nomor iterasi  $m = 1, 2, \dots, M$ . kemudian susun pohon tunggal dengan memperhatikan bobot  $W_i$ 
  - a. tingkat kesalahan klasifikasi
  - b. Hitung  $\alpha_m$
  - c. Tentukan bobot baru untuk setiap pengamatan



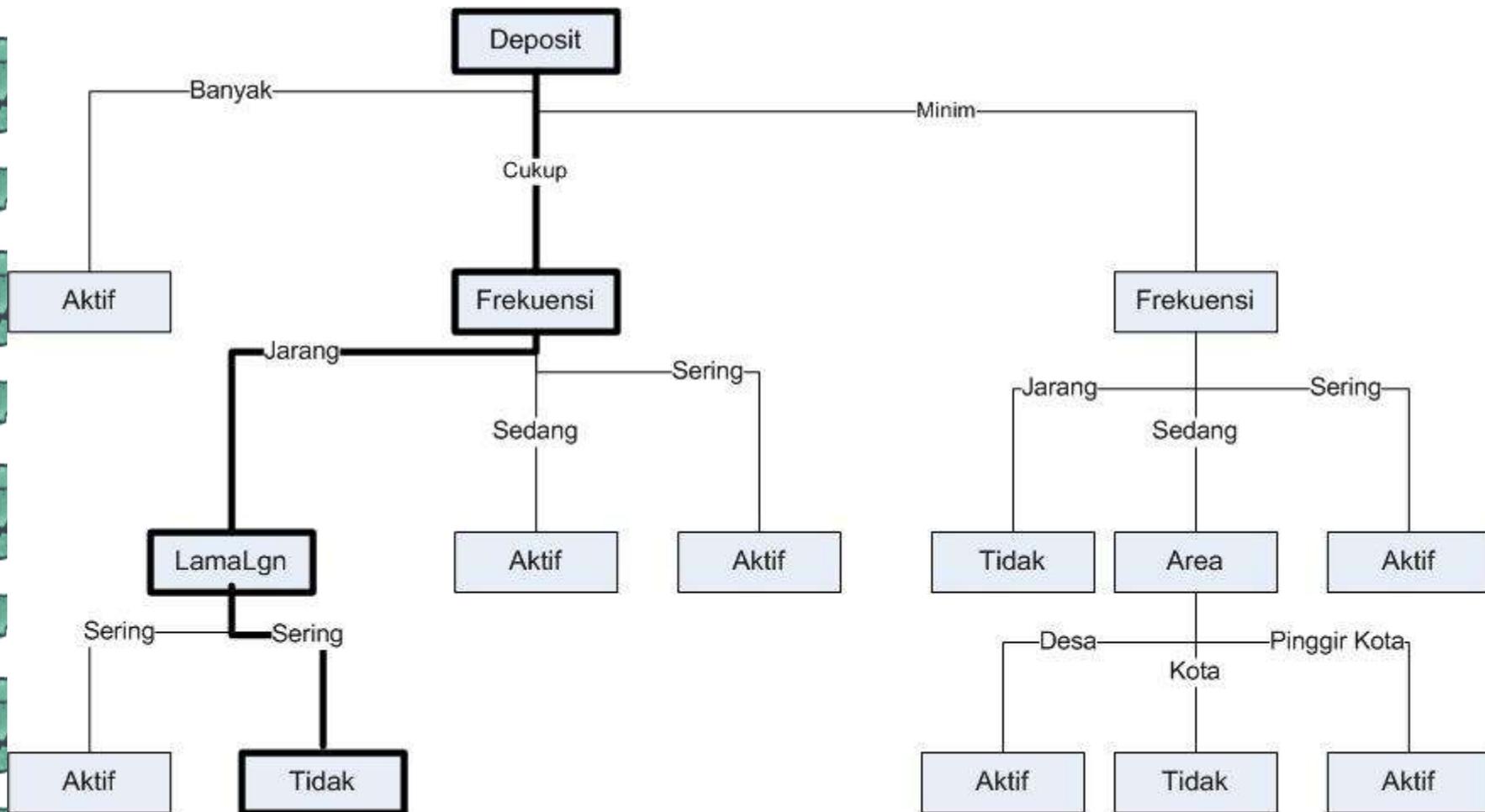
Model Pohon Keputusan Secara Lengkap



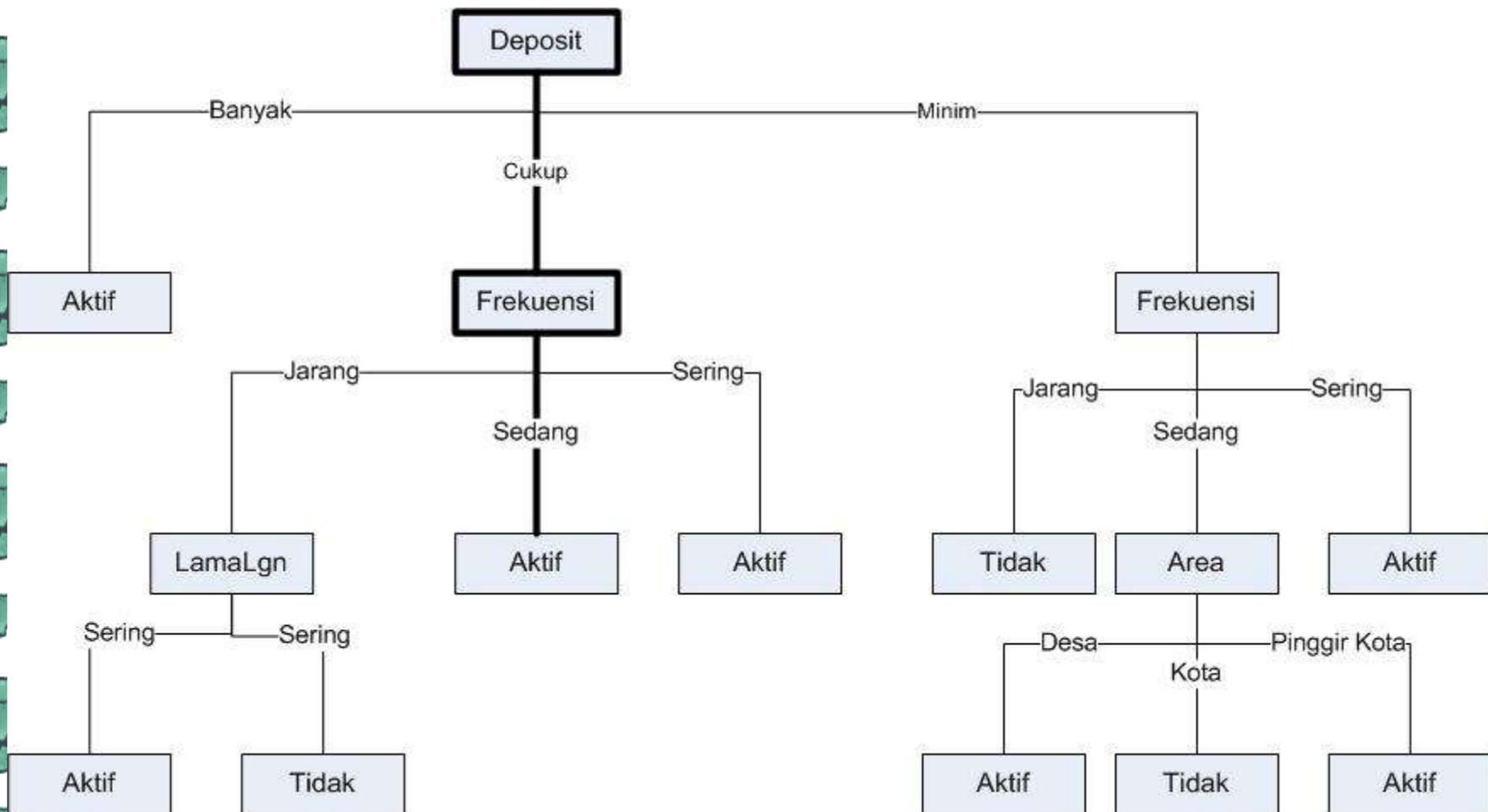
Model Pohon Keputusan hipotesa 1



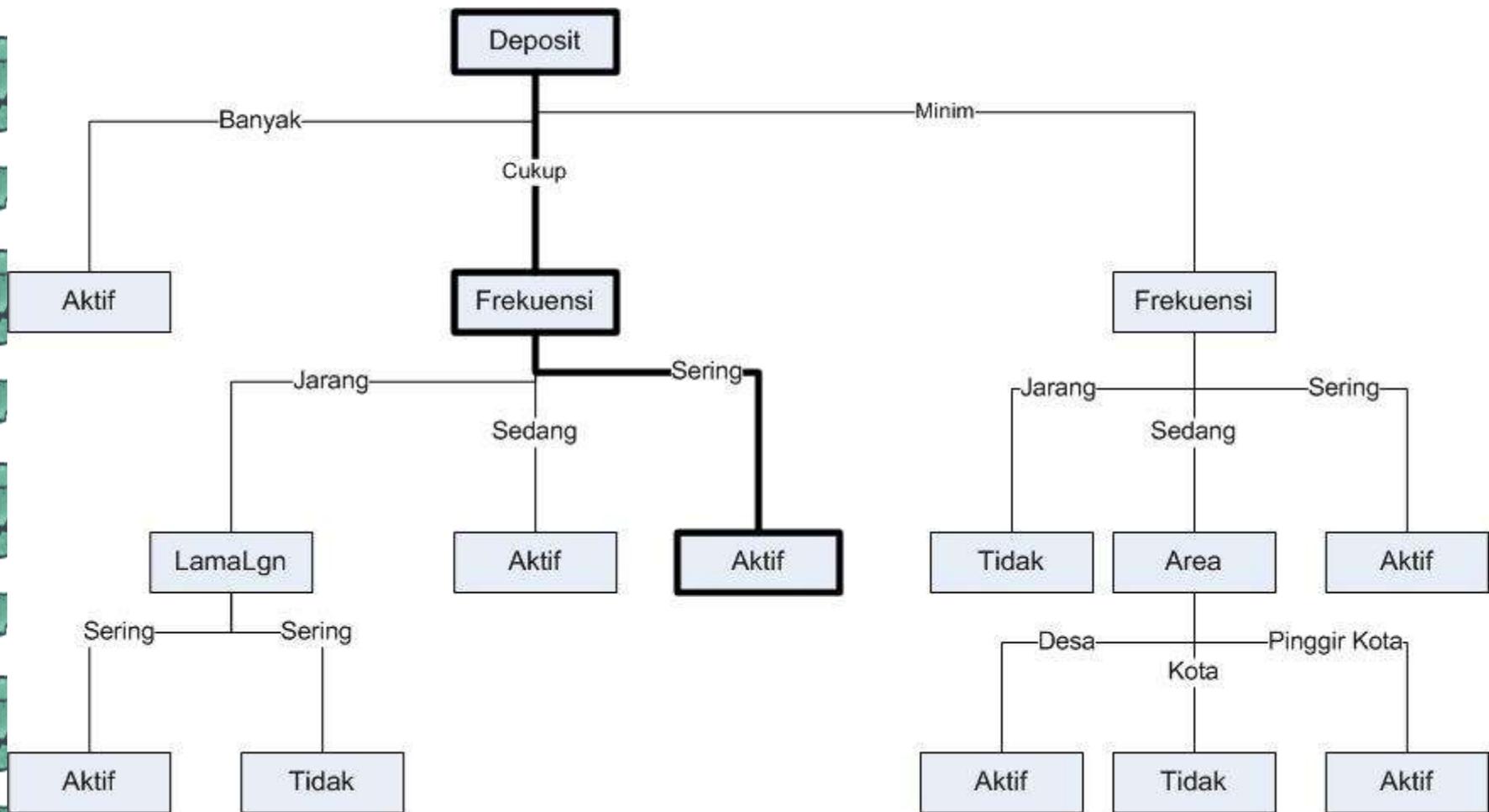
Model Pohon Keputusan hipotesa 2



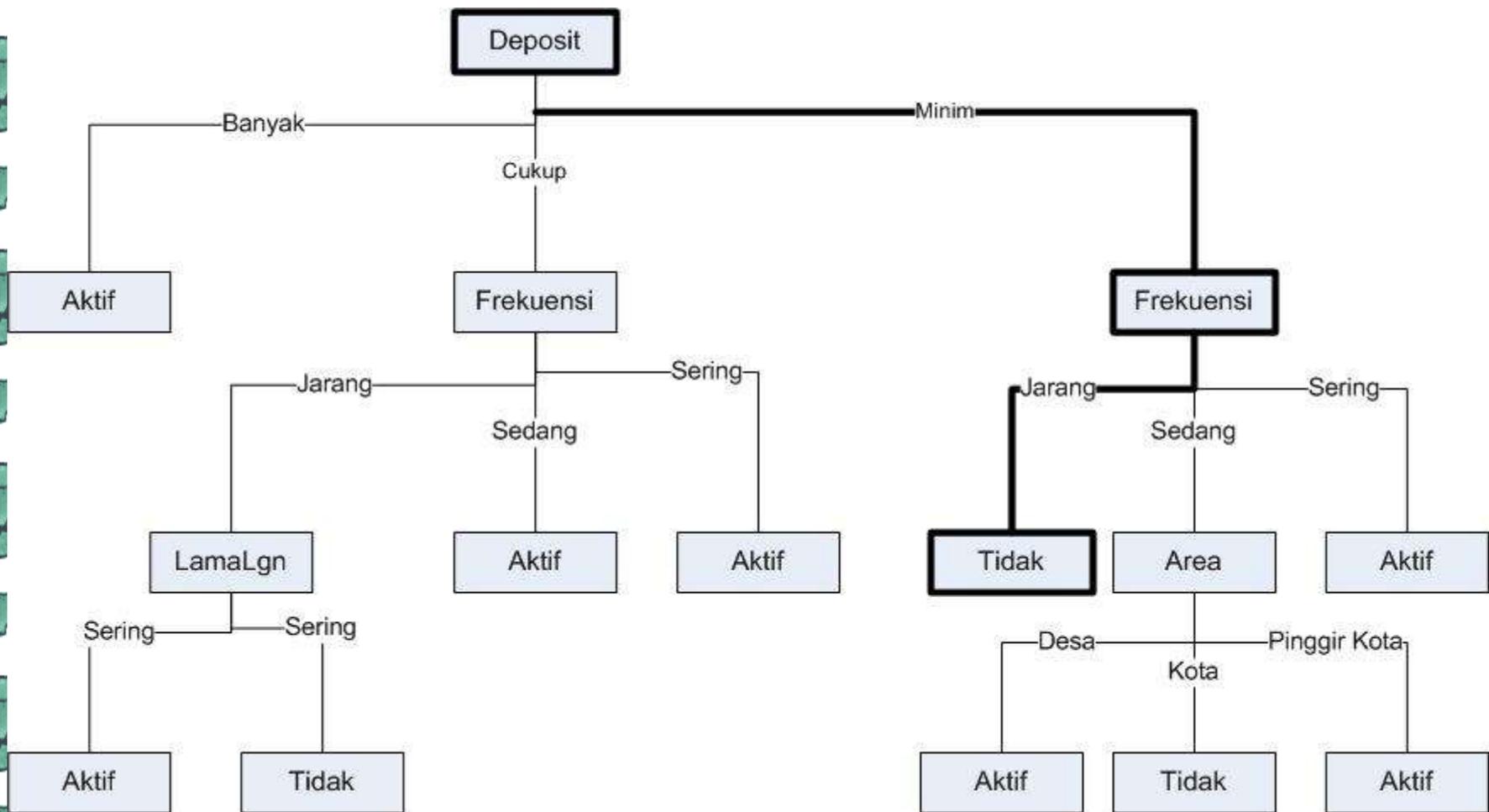
Model Pohon Keputusan hipotesa 3



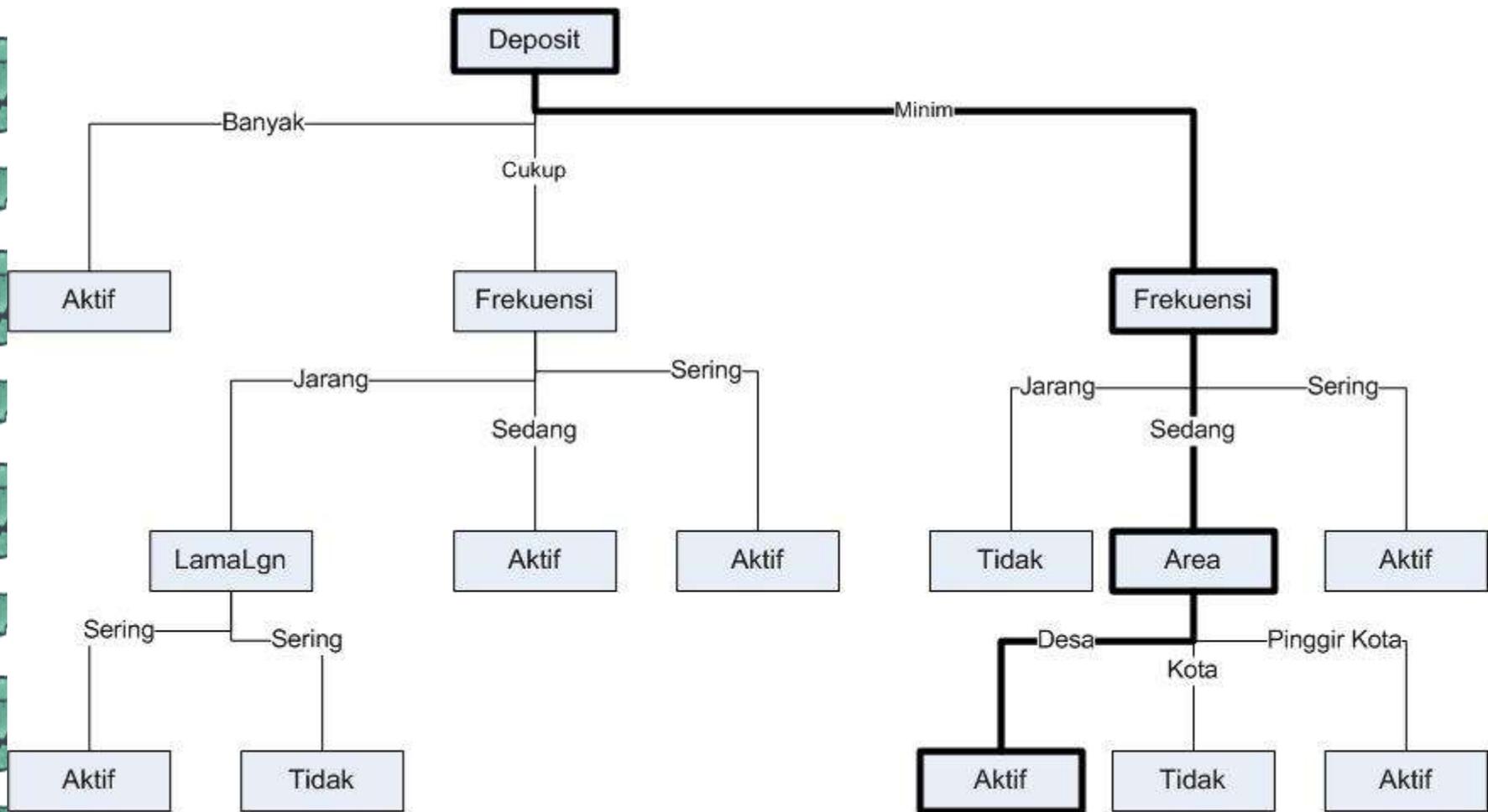
Model Pohon Keputusan hipotesa 4



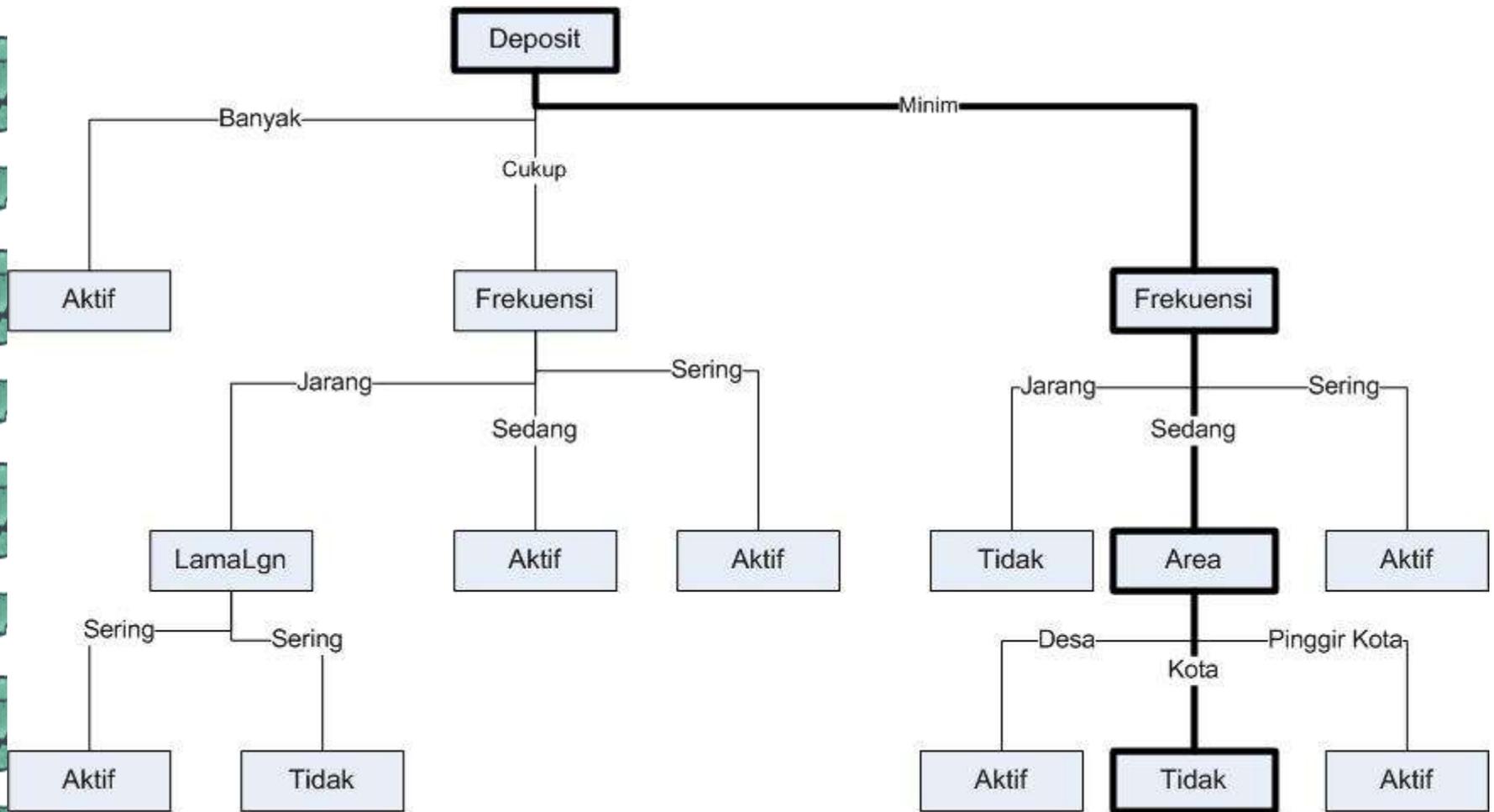
Model Pohon Keputusan hipotesa 5



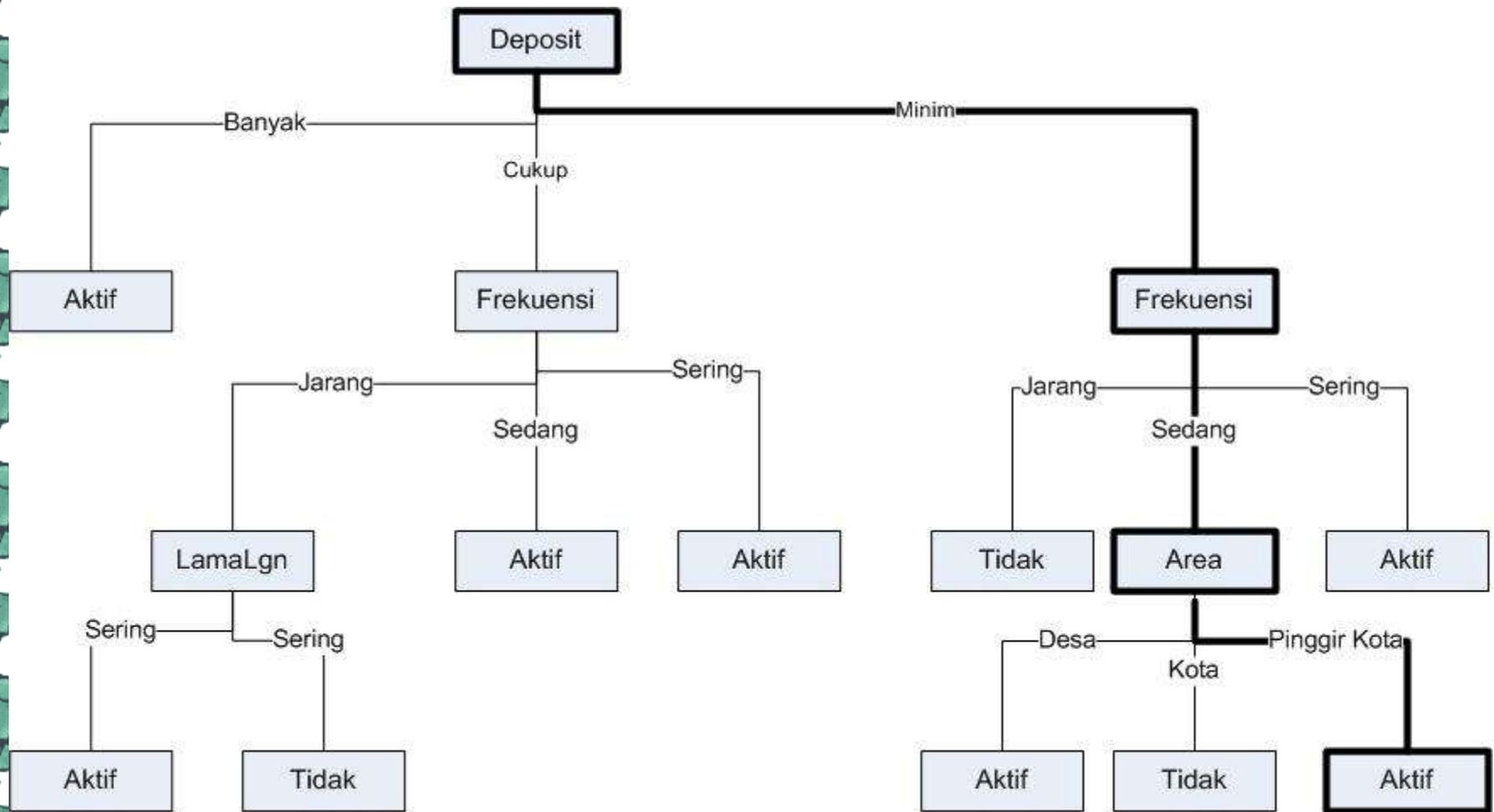
Model Pohon Keputusan hipotesa 6



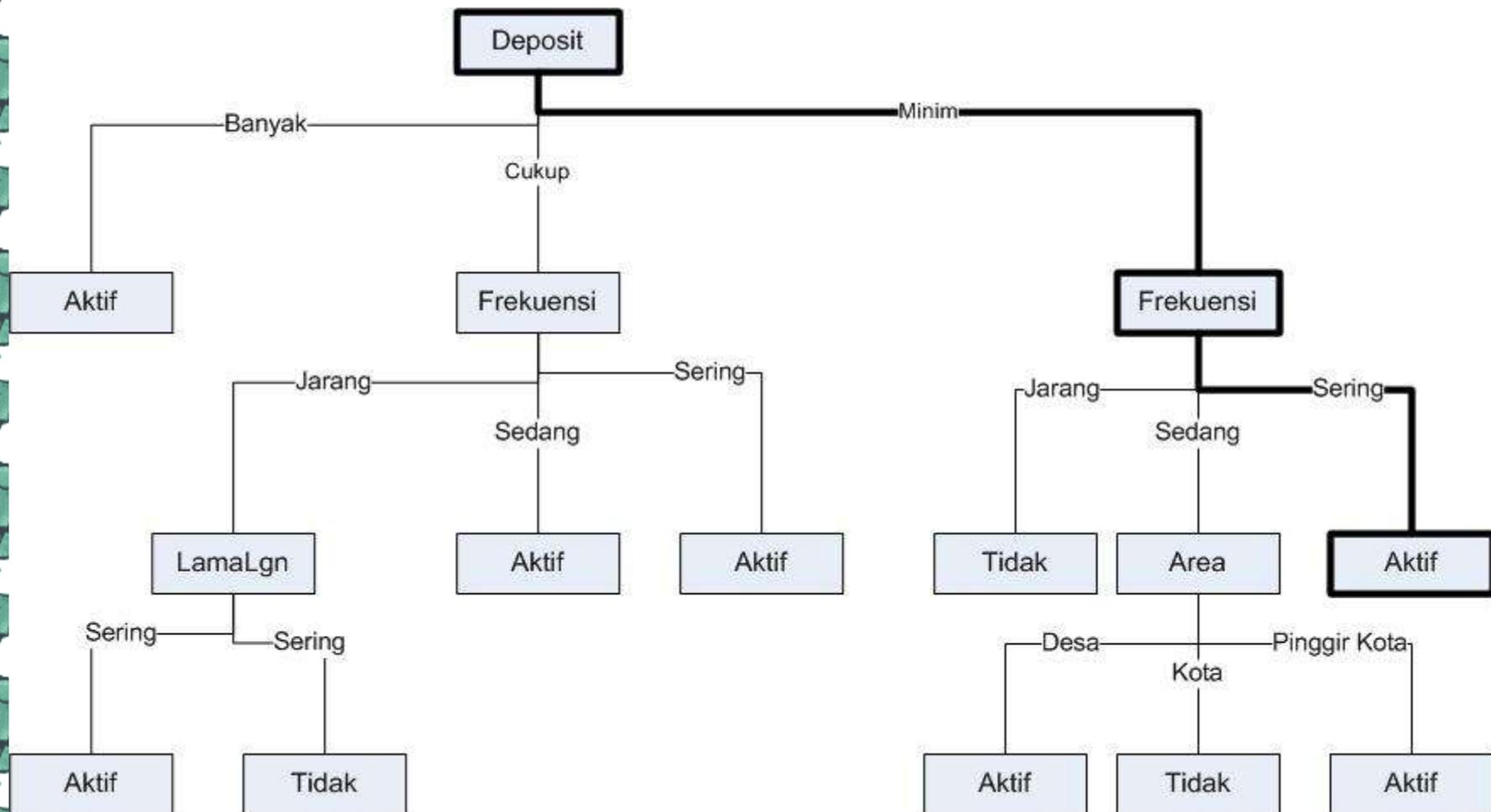
Model Pohon Keputusan hipotesa 7



Model Pohon Keputusan hipotesa 8



Model Pohon Keputusan hipotesa 9



Model Pohon Keputusan hipotesa 10

## Bobot Nilai Iterasi 1

<b>Hipotesa</b>	<b>Error (<math>\epsilon_m</math>)</b>	<b><math>\alpha_m</math></b>	<b><math>W_m</math></b>	<b>hasil hipotesa</b>
1	0	0	1	0
2	0.25	2.1972246	0.111111	0.244136064
3	0.25	2.1972246	0.111111	0.244136064
4	0.16	3.3164562	0.03628	0.12032494
5	0	0	1	0
6	0.25	2.1972246	0.111111	0.244136064
7	0.5	0	1	0
8	0	0	1	0
9	0.33	1.4163701	0.24259	0.343601483
10	0	0	1	0

## Bobot Nilai Iterasi 2

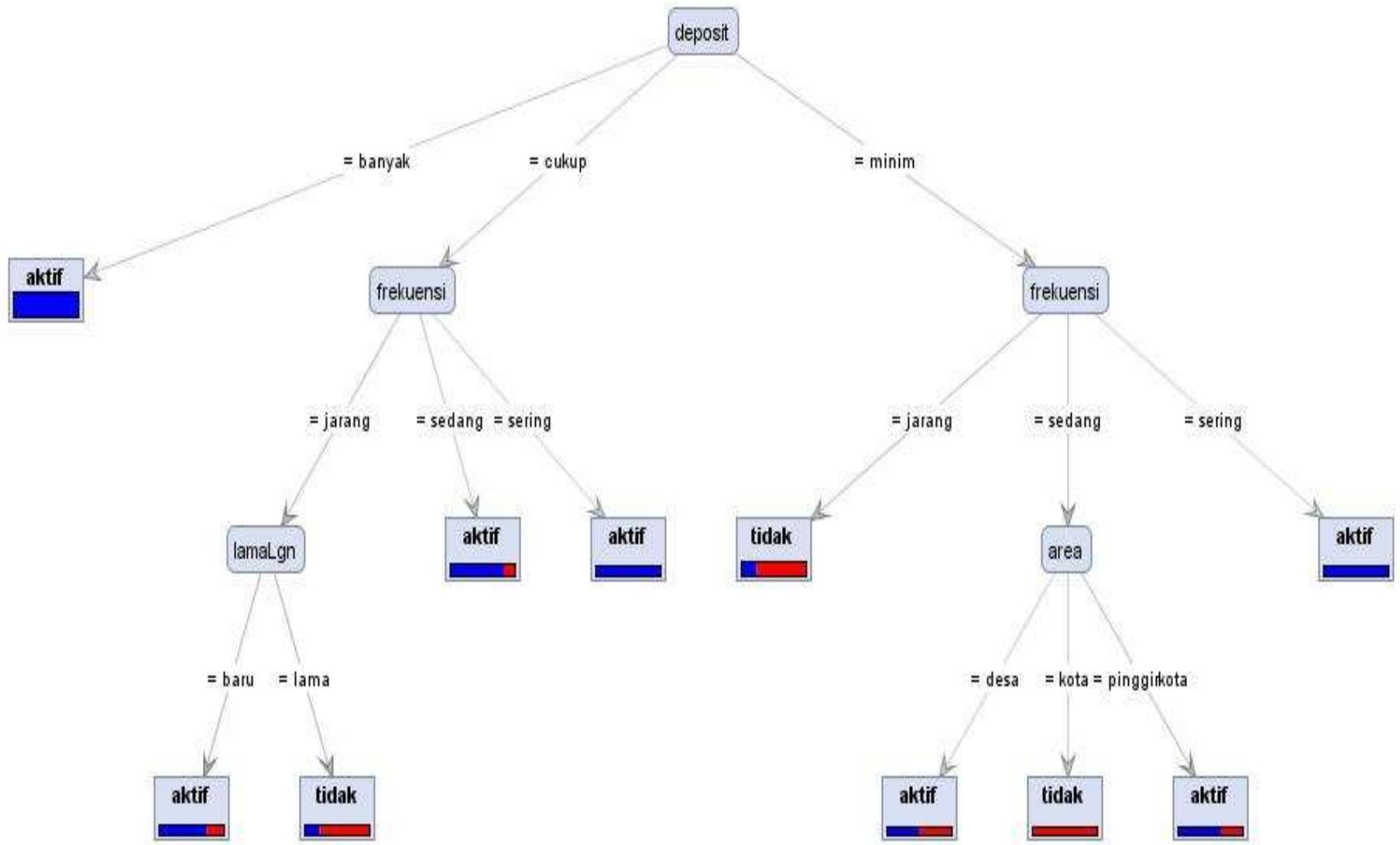
<b>Hipotesa</b>	<b>Error (<math>e_m</math>)</b>	<b><math>\alpha_m</math></b>	<b><math>W_m</math></b>	<b>hasil hipotesa</b>
1	0	0	1	0
2	0.2441361	2.260271	0.104322	0.23579642
3	0.2441361	2.260271	0.104322	0.23579642
4	0.1203249	3.978713	0.01871	0.07444052
5	0	0	1	0
6	0.2441361	2.260271	0.104322	0.23579642
7	0	0	1	0
8	0	0	1	0
9	0.3436015	1.294571	0.274015	0.354732364
10	0	0	1	0

### 3. Menentukan nilai akhir class

Hasil  $\alpha_m$  dari masing-masing hipotesa dari iterasi ke-1 dan iterasi ke-2 digabungkan didapatkan nilai akhir +1.

<b>Hipotesa</b>	<b><math>\alpha_m</math> (iterasi 1)</b>	<b><math>\alpha_m</math> (iterasi 2)</b>	<b>sign (<math>\alpha_{m1} + \alpha_{m2}</math>)</b>
2	2.197224577	2.260271342	1
3	2.197224577	2.260271342	1
4	3.316456153	3.978713349	1
6	2.197224577	2.260271342	1
7	0	2.260271342	1
9	1.416370116	1.294571119	1

# Model pohon keputusan C4.5 berbasis AdaBoost





# 3. Evaluasi dan Validasi

1. Confusion matrix
2. Kurva ROC

# Confusion Matrix

## Akurasi Algoritma C4.5

accuracy: 71.33% +/- 18.15% (mikro: 71.19%)			
	true aktif	true tidak	class precision
pred. aktif	35	10	77.78%
pred. tidak	7	7	50.00%
class recall	83.33%	41.18%	

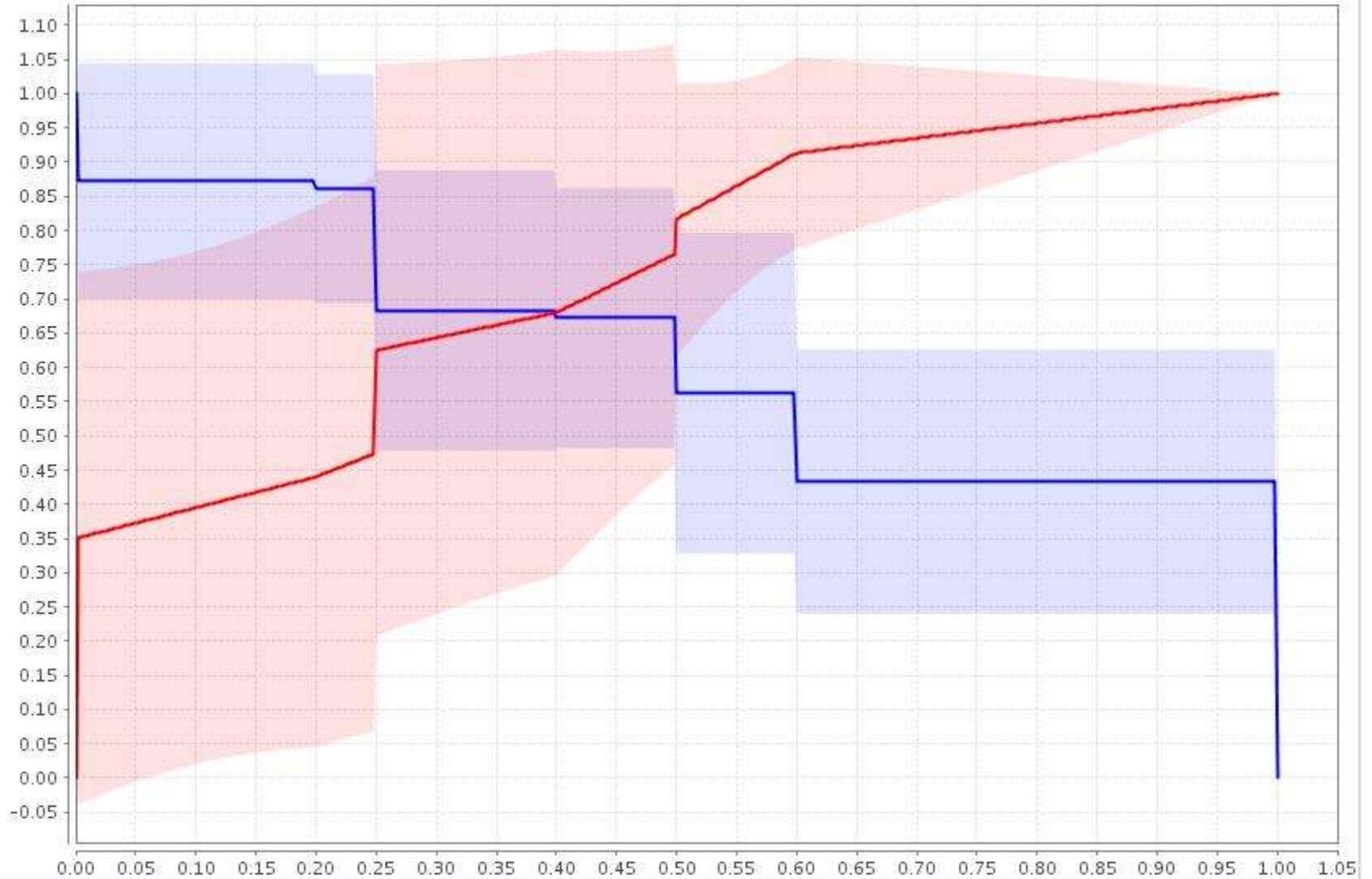
## Akurasi C4.5 berbasis AdaBoost

accuracy: 88.00% +/- 7.92% (mikro: 88.14%)			
	true aktif	true tidak	class precision
pred. aktif	39	4	90.70%
pred. tidak	3	13	81.25%
class recall	92.86%	76.47%	

# Kurva ROC – Algoritma C4.5

AUC: 0.741 +/- 0.196 (mikro: 0.741) (positive class: tidak)

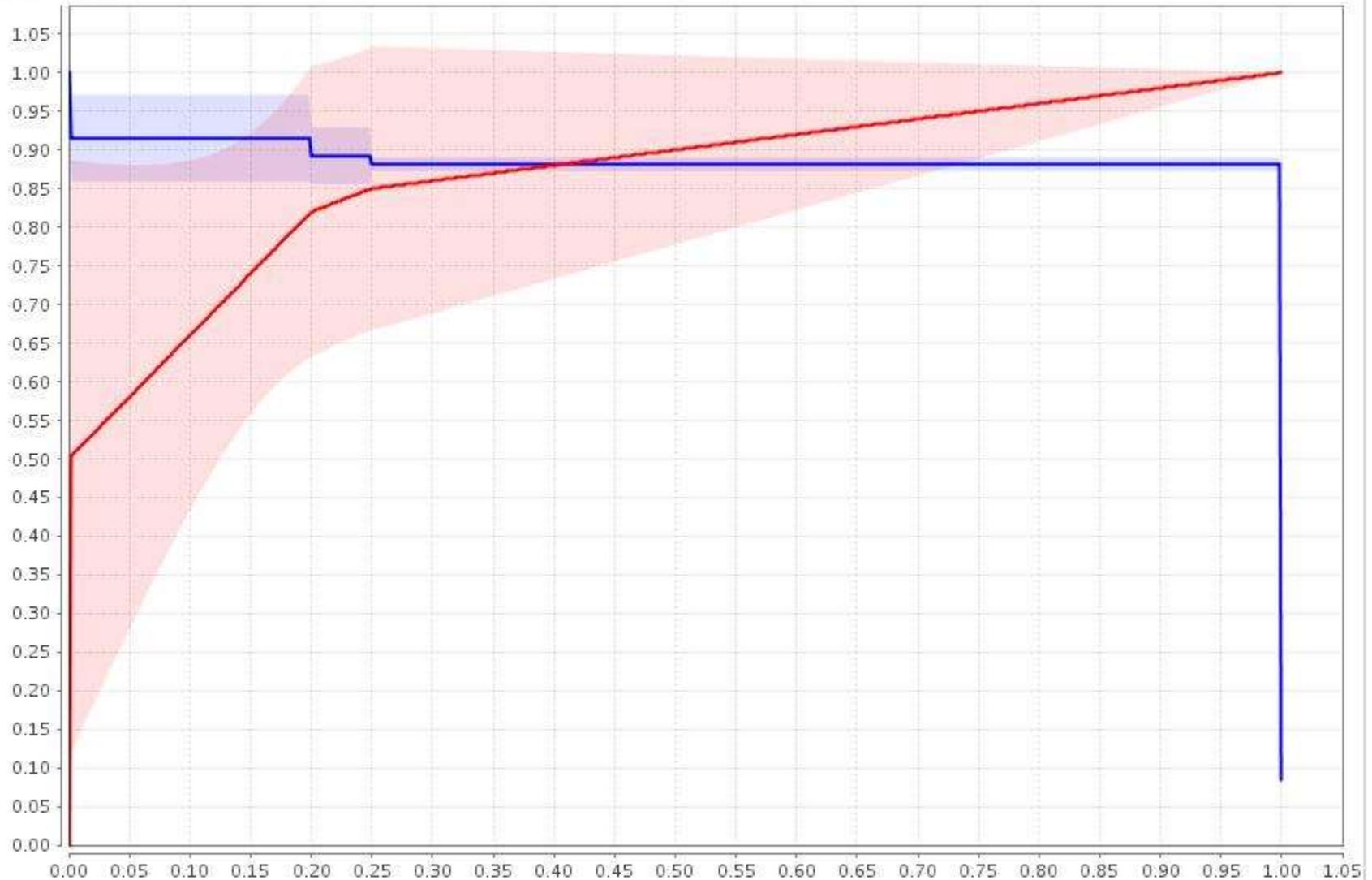
— ROC — ROC (Thresholds)



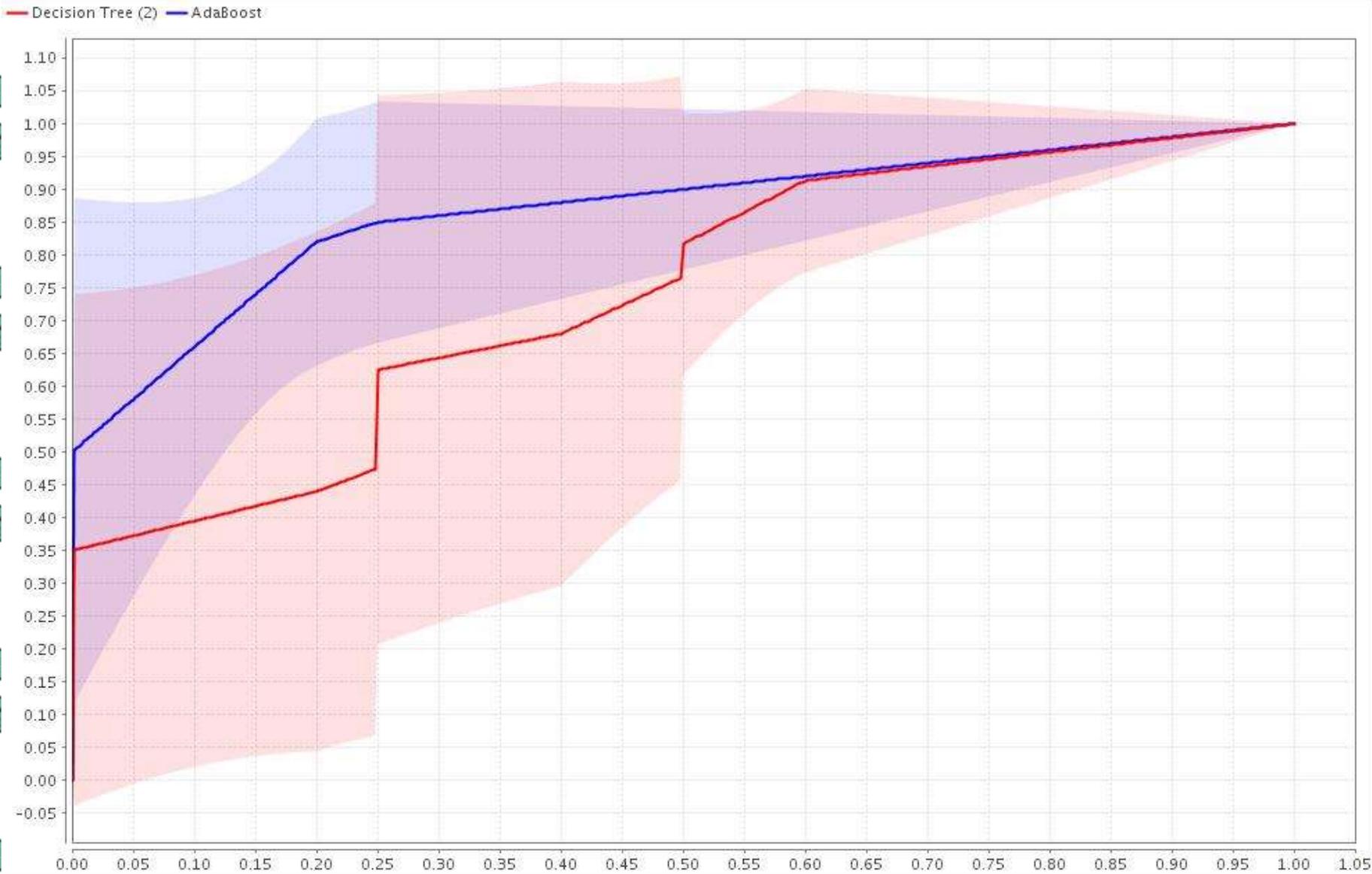
# Kurva ROC – C4.5 berbasis AdaBoost

AUC: 0.868 +/- 0.105 (mikro: 0.868) (positive class: tidak)

— ROC — ROC (Thresholds)



# Komparasi Kurva ROC



# Analisa Hasil Komparasi

	<b>Algoritma C4.5</b>	<b>C4.5 berbasis AdaBoost</b>
<b>Accuracy</b>	71.33%	88.00%
<b>AUC</b>	0.741	0.868

- Penggunaan model C4.5 berbasis AdaBoost lebih akurat dalam memprediksi loyalitas pelanggan
- Hasil dari grafik AUC menunjukkan bahwa model C4.5 berbasis AdaBoost menunjukkan model tersebut mempunyai *good classification*

# Implikasi Penelitian

- **Implikasi kebijakan** yang dirujuk kepada manajerial perusahaan:
  - Memberikan bonus atau potongan harga bagi pelanggan yang mempunyai **deposit** dalam jumlah banyak dan **frekuensi** aktivitas pengisian pulsa elektronik tinggi
  - Memberikan harga kompetitif bagi pelanggan yang tinggal di per**kota**an dimana tingkat persaingannya lebih tinggi
  - Memberikan pelayanan yang lebih cepat dan baik terutama pada pelanggan **lama**
- **Implikasi teoritis** yang di rujuk kepada pengembangan teoritis:
  - Untuk menghasilkan pola prediksi yang bervariasi, sebaiknya menggunakan metode Bagging

# Kesimpulan

- Algoritma C4.5 berbasis AdaBoost meningkatkan akurasi dalam memprediksi pola dan perilaku loyalitas pelanggan
- Berdasarkan penelitian tingkat akurasi prediksi dengan model C4.5 berbasis AdaBoost sebesar 88% sedangkan algoritma C4.5 sebesar 71.33%.

# Saran

- Dengan meningkatnya akurasi dalam memprediksi pola dan perilaku loyalitas pelanggan, perusahaan dapat memberikan pelayanan yang lebih baik kepada pelanggan
- Pada penelitian selanjutnya akan dikembangkan dalam menguji ulang model penelitian dengan menambah atribut yang lain seperti data keluhan pelanggan
- Untuk menambah ketelitian dan akurasi algoritma, akan lebih baik apabila metode AdaBoost dibandingkan dengan metode lain seperti Bayesian Boosting



**Sekian dan Terimakasih**