

**SKRIPSI**  
**PENENTUAN KEUNTUNGAN PRODUKSI SEMEN**  
**DENGAN METODE PROGRAM DINAMIK**  
**DETERMINISTIK DAN PROBABILISTIK**  
(Studi Kasus : PT. Semen Tonasa Pangkep)

**Disusun dan diajukan oleh**

**PRASESTY**  
**H011171508**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA DEPARTEMEN MATEMATIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**  
**MAKASSAR**  
**JULI 2021**

**PENENTUAN KEUNTUNGAN PRODUKSI SEMEN  
DENGAN METODE PROGRAM DINAMIK  
DETERMINISTIK DAN PROBABILISTIK**

**(Studi Kasus : PT. Semen Tonasa Pangkep)**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi  
Matematika Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin**

**PRASESTY  
H011171508**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**JULI 2021**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Prasesty

Nim : H011171508

Program Studi : Matematika

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Penentuan Keuntungan Produksi Semen dengan Metode Program Dinamik

Deterministik dan Probabilistik

(Studi Kasus : PT. Semen Tonasa Pangkep)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerimasanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 29 Juli 2021

Yang menyatakan,



NIM. H011171508

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**Penentuan Keuntungan Produksi Semen dengan Metode**  
**Program Dinamik Deterministik dan Probabilistik**

(Studi Kasus : PT.Semen Tonasa Pangkep)

Disusun dan diajukan oleh

**PRASESTY**

**H011171508**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Progtam Sarjana Program Studi Matematika Fakultas  
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

pada tanggal, **02 Juli 2021**

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.


Menyetujui,

**Pembimbing Utama**



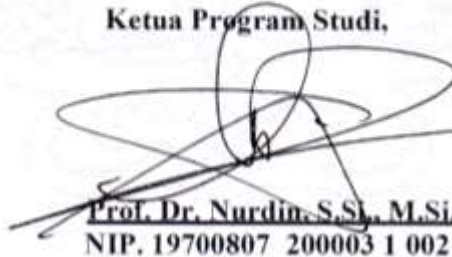
**Prof. Dr. Aidawayati Rangkuti, MS.**  
NIP. 19570705 198503 2 001

**Pembimbing Pertama**



**Dr. Agustinus Ribal, S.Si., M.Sc**  
NIP. 19750816 199903 1 001

**Ketua Program Studi,**



**Prof. Dr. Nurdin, S.Si., M.Si.**  
NIP. 19700807 200003 1 002



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains (S.Si). Saya menyadari bahwa, skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Ibu **Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, MA**, selaku rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak **Dr. Eng. Amiruddin, M.Si**, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin beserta jajarannya.
3. Bapak **Prof. Dr. Nurdin, S.Si., M.Si**, selaku ketua Departemen Matematika Universitas Hassanuddin yang senantiasa mendidik, mengarahkan, memberi nasehat dan motivasi.
4. Bapak **Djumhari** dan **Okto Pareken** selaku Kepala Balai Diklat Pembelajaran PT. Semen Tonasa dan mentor penelitian. Serta bapak **St. Ibnu** selaku Manager Keuangan dan bapak **Adi Fatkhurrohman** selaku manager Perencanaan dan Evaluasi Produksi PT. Semen Tonasa
5. Keluarga penulis, ayahanda **Raba' Ali (Alm)**, ibunda **Petra Paeru Sangadi**, kakanda **Bonaventura Raba Ali**, dan **Sulfikar Sakurra Dai S.Sos** atas segala doa dan dukungan baik moril maupun finansial sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Ibu **Prof. Dr. Hj. Aidawayati Rangkuti. MS**. Selaku dosen pembimbing utama yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak **Dr. Agustinus Ribal S.Si., M.Sc**, selaku dosen pembimbing pertama yang selama ini memberikan begitu banyak masukan dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Dosen Penguji Skripsi ibu **Naimah Aris, S.Si., M.Math** yang juga selaku dosen pendamping akademik dan bapak **Prof. Dr. Moh. Ivan Azis, M.Sc** yang telah memberikan masukan, kritik dan saran yang membangun untuk

kebaikan penulis dan perbaikan skripsi ini.

9. Bapak, Ibu dosen dan staff administrasi program studi Matematika Universitas Hasanuddin yang telah memberikan banyak ilmu, serta bantuan selama perkuliahan dan membantu mengurus kelancaran studi.
10. Kakanda Sri Mariana Ulfa yang selalu memberikan dukungan serta arahan dalam penyusunan skripsi. Serta Nur Annisa Syahron yang selalu memberikan nasihat dan asupan makanan selama proses penyusunan skripsi.
11. Saudara-saudariku selama penyusunan skripsi, Wulan, Khandy, Rista, Ifah, Faathir, Alfian, Mukayis, Nurfika dan seluruh teman-teman Math'17 yang telah memberi semangat. Semoga kita semua dapat meraih gelar yang selama ini kita perjuangkan.
12. Teman-teman **Lucknut 24/7** yang sejak dari maba hingga saat ini yang selalu menemani dalam suka maupun duka.
13. Teman-teman **17iskrit** dan **HIMATIKA** yang telah memberikan banyak pengalaman dalam melewati berbagai hal bersama terkhusus dalam kepanitian dan kepengurusan. Salam **Satukan, Eratkan, Kuatkan.**

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Makassar, 10 Juli 2021

Penulis

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Hasanuddin, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Prasesty

NIM : H011171508

Program Studi : Matematika

Departemen : Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Hasanuddin **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Penentuan Keuntungan Produksi Semen dengan Metode Program Dinamik  
Deterministik dan Probabilistik**

(Studi Kasus : PT. Semen Tonasa Pangkep)

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Terkait dengan hal di atas, maka pihak universitas berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Makassar Pada tanggal, 10 Juli 2021

Yang menyatakan



(PRASESTY)

## ABSTRAK

PT. Semen Tonasa adalah salah satu produsen semen terbesar di kawasan Indonesia timur yang menempati lahan seluas 715 hektar. Perusahaan sering kali tidak dapat memperkirakan jumlah produksi yang optimum dalam memenuhi permintaan pasar serta keuntungan optimum dari penjualan selama lima bulan di empat pabrik yang beroperasi. Adapun metode yang digunakan untuk menentukan berapa produksi optimal semen yang harusnya di produksi oleh pihak PT. Semen Tonasa adalah dengan menggunakan program dinamik deterministik dan untuk menentukan keuntungan optimum digunakan metode program dinamik probabilistik.

Banyaknya produksi semen oleh pihak produsen sebelum digunakan metode program dinamik deterministik adalah sebanyak 424.451 Ton semen. Sedangkan, setelah digunakan program dinamik deterministik untuk perhitungannya diperoleh produksi optimum semen sebanyak 592.626 ton semen yang artinya terdapat selisih sebesar 105.175 ton semen. Untuk keuntungan optimal yang dihitung dengan menggunakan metode program dinamik probabilistik diperoleh keuntungan optimal produksi semen terletak pada penjualan semen di unit 3 sebesar Rp 283.412.522.272,00 dengan probabilitas 70%.

Kata Kunci: Program Dinamik, Program Dinamik Deterministik, Program Dinamik Probabilistik



## **ABSTRACT**

PT. Semen Tonasa is one of the largest cement producers in eastern Indonesia, occupying an area of 715 hectares. Companies are often unable to estimate the optimum amount of production to meet market demand as well as the optimum profit from sales for five months in the four factories operating. The method used to determine the optimal production of cement that should be produced by PT. Semen Tonasa is using a deterministic dynamic program and to determine the optimum profit using a probabilistic dynamic programming method.

The amount of cement produced by the producer before the deterministic dynamic programming method was used was 424,451 tons of cement. Meanwhile, after using a deterministic dynamic program for the calculation, the optimum production of cement is 592,626 tons of cement, which means that there is a difference of 105,175 tons of cement. For the optimal profit calculated using the probabilistic dynamic program method, the optimal profit for cement production lies in the sale of cement in unit 3 of Rp. 283,412,522,272.00 with a probability of 70%.

**Keyword :** Dynamic Program, Dynamic Deterministic Program, Dynamic Probabilistic Program.

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LEMBAR PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR .....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	vii
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
<b>BAB I</b>	
PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian.....	3
E. Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II</b>	
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Pengertian Program Dinamik .....	5
B. Model Pemrograman Dinamik Deterministik .....	7
C. Model Pemrograman Dinamik Probabilistik.....	8
D. Rekursi Mundur (Backward Recursive).....	10
<b>BAB III</b>	
METODE PENELITIAN .....	24
A. Jenis Penelitian .....	24
B. Jenis dan Sumber Data .....	24
C. Lokasi Penelitian .....	24

D.	Prosedur Penelitian .....	24
E.	Alur Kerja .....	25
<b>BAB IV</b>		
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>26</b>
A.	Data yang diperlukan .....	26
B.	Analisis Metode Program Dinamik Deterministik .....	28
C.	Analisis Metode Program Dinamik Probabilistik .....	28
D.	Prosedur Penyelesaian Program Dinamik Deterministik dengan Perhitungan Mundur .....	28
E.	Prosedur Penyelesaian Program Dinamik Probabilistik dengan Perhitungan Mundur .....	33
<b>BAB V</b>		
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>43</b>
A.	Kesimpulan .....	43
B.	Saran .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>44</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>45</b>

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1.1 Kapasitas Produksi Semen .....	5
Tabel 2.1. Pendistribusian Iklan Setiap Lokasi/Wlayah.....	12
Tabel 2.2. Hasil Perhitungan Metode Deterministik Tahap $n = 4$ .....	13
Tabel 2.3. Hasil Perhitungan Metode Deterministik Tahap $n = 3$ .....	15
Tabel 2.4. Hasil Perhitungan Metode Deterministik Tahap $n = 2$ .....	16
Tabel 2.5. Hasil Perhitungan Metode Deterministik Tahap $n = 1$ .....	17
Tabel 2.6. Keputusan Akhir (optimum) Perhitungan Rekursif Mundur .....	17
Tabel 2.7. Pendistribusian Iklan Setiap Lokasi/Wilayah .....	18
Tabel 2.8. Hasil Perhitungan Metode Probabilistik $n = 4$ .....	19
Tabel 2.9. Hasil Perhitungan Metode Probabilistik $n = 3$ .....	20
Tabel 2.10. Hasil Perhitungan Metode Probabilistik $n = 2$ .....	21
Tabel 2.11. Hasil Perhitungan Metode Probabilistik $n = 1$ .....	22
Tabel 4.1. Data Produksi Semen di Setiap Unit .....	26
Tabel 4.2. Data Harga Jual Semen .....	26
Tabel 4.3 Data Biaya Produksi Semen.....	26
Tabel 4.4. Data Keuntungan Penjualan Semen .....	27
Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Metode Deterministik Tahap $n = 4$ .....	29
Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Metode Deterministik Tahap $n = 3$ .....	31
Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Metode Deterministik Tahap $n = 2$ .....	32
Tabel 4.8. Hasil Perhitungan Metode Deterministik Tahap $n = 1$ .....	33
Tabel 4.9. Keputusan Akhir (optimum) Perhitungan Mundur Rekursif Mundur .	33
Tabel 4.10. Hasil Perhitungan Metode Probabilistik $n = 5$ .....	36
Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Metode Probabilistik $n = 4$ .....	37
Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Metode Probabilistik $n = 3$ .....	39
Tabel 4.13. Hasil Perhitungan Metode Probabilistik $n = 2$ .....	40
Tabel 4.14. Hasil Perhitungan Metode Probabilistik $n = 1$ .....	42

**DAFTAR GAMBAR**

2.1 Struktur Dasar Program Dinamik Deterministik.....8  
2.2 Struktur Dasar Program Dinamik Probabilistik .....9  
2.3 Konsep Keadaan Rekursif ..... 11

**DAFTAR NOTASI**

$N$	=	Banyaknya tahap
$n$	=	Label untuk tahap sekarang ( $n = 1, 2, 3, \dots, N$ )
$s_n$	=	Keadaan sekarang untuk tahap $n$
$x_n$	=	variabel keputusan untuk tahap $n$
$x_n^*$	=	Nilai optimal $x_n$ (pada $s_n$ tertentu)
$f_n(s_n, x_n)$	=	Kontribusi tahap $n, n + 1, \dots, N$ kepada fungsi tujuan bila sistem dimulai dari keadaan $s_n$ pada tahap $n$
$f_{n+1}^*(s_{n+1})$	=	Kontribusi optimal
$s$	=	<i>State</i> (keadaan)
$x$	=	Variabel keputusan
$s_n \otimes x_n$	=	Fungsi Transisi
$(f_0, x_0)$	=	Nilai awal
$p_n(x_n)$	=	Jumlah atau dugaan pengalokasian $x_n$ terhadap $n$

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Data Produksi Semen.....	45
Lampiran 2. Data Trend Harga Jual.....	46
Lampiran 3. Data Biaya Produksi .....	47
Lampiran 4.Surat Izin Melaksanakan Penelitian .....	4

## BAB I PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Dalam Riset operasi (*operation research*) proses pengambilan keputusan yang terdiri dari pengembangan sebuah model lalu memecahkannya untuk menentukan keputusan optimum. Optimisasi merupakan topik yang luas dalam pembahasan masalah-masalah modern dan praktis. Salah satu proses pengambilan keputusan dan pemecahan masalah optimisasi adalah program dinamik (Ulfa, 2020).

Program dinamik merupakan suatu teknik matematis yang digunakan untuk mengoptimalkan proses pengambilan keputusan secara bertahap dan bukan secara sekaligus. Program dinamik ini pertama kali dikembangkan oleh seorang ilmuwan bernama *richard Bellman* pada tahun 1957. Program dinamik banyak digunakan dalam bidang finansial, teknologi, pemasaran, pengorganisasian dan bidang lainnya. Dalam program dinamik dikenal suatu teknik pengambilan keputusan yaitu program dinamik deterministik dan dinamik probabilistik. Program dinamik deterministik merupakan suatu program yang dibuat dimana keadaan pada tahap berikut ditentukan sepenuhnya oleh keadaan dan keputusan kebijakan pada tahap sekarang. Sedangkan, program dinamik probabilistik terdapat suatu distribusi probabilitas keadaan mendatang yang distribusi peluang ini tetap ditentukan oleh keadaan dan keputusan kebijakan pada keadaan sebelumnya. Dalam program dinamik tidak terdapat formulasi matematika yang baku. Teknik pemrograman dinamik dikenal juga dengan *multistage programming* (Rangkuti, 2013).

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sebagai faktor penggerak utama, khususnya dalam memasuki pasar global menuntut banyaknya pembangunan di setiap daerah. Oleh karena itu, produksi bahan material khususnya semen yang digunakan sebagai alat perekat bahan bangunan atau konstruksi harus diproduksi dalam jumlah yang cukup banyak. Metode pemrograman dinamik dianggap mampu memberikan solusi atas masalah tingkat produksi yang nantinya akan membantu memenuhi kebutuhan masyarakat dan memberikan keuntungan yang optimal terhadap perusahaan.

PT. Semen Tonasa adalah sebuah badan usaha milik negara dan merupakan



produsen semen terbesar dikawasan Indonesia Timur yang menempati lahan seluas 715 hektar di Desa Biringere, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkep. Perseroan yang memiliki kapasitas terpasang 5.980.000 ton semen per tahun ini, mempunyai empat unit pabrik, yaitu Pabrik Tonasa II, III, IV dan V. Keempat unit pabrik tersebut menggunakan proses kering dengan kapasitas masing-masing unit sebagai berikut :

**Tabel 1.1** Tabel Kapasitas Produksi Semen

UNIT PRODUKSI	KAPASITAS PRODUKSI (TON)
Unit II	590.000
Unit III	590.000
Unit IV	2.300.000
Unit V	2.500.000

Sumber : Website PT. Semen Tonasa, 2021

Dari tabel diatas jenis semen yang diproduksi yang juga merupakan sumber pendapatan utama perseroan adalah hasil dari penjualan semen dalam negeri dengan jenis *Portland* (OPC), semen non OPC yaitu tipe komposit (PCC). (PT. Semen Tonasa, 2021).

Dengan tingkat permintaan konsumen yang sangat tinggi, maka perusahaan dituntut untuk memproduksi semen jadi dalam kapasitas yang cukup besar. Oleh karena, tingkat permintaan yang tinggi diperlukan manajemen produksi yang baik untuk memperoleh keuntungan optimal dalam penjualan semen Tonasa. Pihak manajemen dari produsen harus menentukan produk mana saja yang akan dialokasikan. Masalah ini membutuhkan pengambilan keputusan yang saling berhubungan, yaitu jenis unit mana saja yang akan mengalokasikan produk ke masing-masing kosumen sedemikian sehingga dapat memberikan keuntungan yang optimal dengan memaksimalkan penjualan pada unit tertentu. Model matematika dalam pengambilan keputusan dari persoalan tersebut merupakan serangkaian kegiatan yang saling berkaitan. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan produksi serta pengalokasian barang memerlukan teknis matematis yaitu program dinamik.

Berdasarkan hal tersebut, maka penulis mengambil judul penelitian **“Penentuan Keuntungan Produksi Semen dengan Metode Program Dinamik Deterministik dan Probabilistik (studi kasus : PT. Semen Tonasa Pangkep)”**.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan produksi semen PT. Semen Tonasa sebelum dan setelah penelitian dengan menggunakan metode dinamik deterministik dan probabilistik di empat unit ?
2. Berapa jumlah semen yang terjual disetiap unit agar perusahaan memperoleh keuntungan yang optimal dengan menggunakan metode dinamik deterministik dan probabilistik ?

## **C. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yakni data yang digunakan merupakan data produksi semen disetiap unit dari bulan Januari 2020 – Mei 2020, data harga jual semen bulan Januari 2020 – Mei 2020 disetiap unit, dan data biaya produksi semen bulan Januari 2020 – Mei 2020 disetiap unit dan tidak mempertimbangkan parameter faktor lain.

## **D. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui perbedaan produksi semen pada saat sebelum melakukan penelitian dan setelah melakukan penelitian dengan menggunakan metode dinamik deterministik dan probabilistik.
2. Mengetahui jumlah semen yang harus terjual oleh setiap unit agar perusahaan memperoleh keuntungan yang optimal.

## **E. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Bagi penulis, dapat mengetahui dan mengembangkan pengetahuannya untuk mengkaji permasalahan bagaimana cara mengaplikasikan metode dinamik deterministik dan probabilistik dalam bidang produksi.
2. Bagi pembaca, dapat dijadikan referensi untuk melakukan kajian tentang penerapan program dinamik deterministik dan probabilistik dalam bidang

lain dan dapat dijadikan landasan untuk penelitian selanjutnya.

3. Bagi perusahaan, dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk meningkatkan produksi guna memperoleh keuntungan optimal dengan menggunakan metode dinamik deterministik dan probabilistik.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Pengertian Program Dinamik

Program dinamik adalah suatu teknik kuantitatif untuk membuat serangkaian keputusan yang saling terkait, melalui suatu prosedur sistematis menuju kesuatu keputusan optimum. Dalam program dinamik tidak ada suatu rumusan matematis standar seperti halnya dalam program linear, tetapi disesuaikan dengan kondisi atau keadaan pada setiap tahap analisis, meskipun dengan konsep dasar yang sama (Harjanto, 2009).

Pemrograman dinamik memberikan prosedur yang sistematis untuk menentukan kombinasi pengambilan keputusan yang memaksimalkan keseluruhan efektivitas. Berbeda dengan linier programming dalam pemrograman dinamik ini lebih merupakan suatu tipe untuk pemecahan suatu masalah dengan cara pendekatan secara umum. Program dinamik merupakan rangkaian prosedur pengoptimuman yang melibatkan *fungsi objektif* dan *fungsi biaya* yang akan di maksimumkan dan minimumkan. Variabel berkenaan dengan faktor yang akan dioptimumkan disebut keputusan sedangkan masalah yang dibuat adalah dugaan dalam program dinamik atau tahap. Proses ini dilakukan sepanjang interval yang berhubungan. Adapun istilah-istilah yang digunakan dalam pemrograman dinamik antara lain:

1. *Stage* (tahap) adalah bagian persoalan yang mengandung variabel keputusan.
2. Alternatif pada setiap *stage* terdapat variabel keputusan dan fungsi tujuan yang menentukan besarnya nilai setiap alternatif.
3. *State, state* menunjukkan kaitan satu *stage* dengan *stage* lainnya, sedemikian sehingga setiap *stage* dapat dioptimalkan secara terpisah sehingga hasil optimasi layak untuk seluruh persoalan.

Jadi program dinamik adalah teknik memilih cara yang paling optimum di antara semua cara yang mungkin sehingga fungsi objektif yang diberikan umumnya tergantung pada cara yang diikuti atau dipakai dan keputusan yang diambil adalah optimum (Tenriana, 2015).

Pada umumnya model-model penyelidikan operasional bertujuan mencari solusi pemecahan optimum dari nilai variabel keputusan. Variabel keputusan adalah variabel yang dapat diubah dan dikendalikan oleh pengambilan keputusan. Salah satu model dari masalah yang dipecahkan secara bertahap adalah dengan membagi masalah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil (dekomposisi) dan pada solusi dapat terjawab pada tahap akhir dapat menyatukan keputusan pada tahap-tahap yang ada. Adapun beberapa karakteristik masalah pemrograman dinamik, yaitu :

1. *Problem* dapat dibagi menjadi beberapa tahap (*stage*), yang pada setiap tahap hanya diambil satu keputusan.
2. Masing-masing tahap terdiri atas sejumlah keadaan (*state*) yang berhubungan dengan tahap tersebut. Secara umum, status merupakan bermacam kemungkinan masukkan yang ada pada tahap tersebut.
3. Hasil dari keputusan yang diambil pada setiap tahap di transformasikan dari status yang bersangkutan ke status berikutnya pada tahap berikutnya.
4. Ongkos pada suatu tahap meningkat secara teratur dengan bertambahnya jumlah tahapan.
5. Ongkos pada suatu tahap bergantung pada ongkos tahap-tahap yang sudah berjalan dan ongkos pada tahap tersebut.
6. Keputusan terbaik pada suatu tahap bersifat independen terhadap keputusan yang dilakukan pada tahap sebelumnya.
7. Adanya hubungan rekursi yang mengidentifikasi keputusan terbaik untuk setiap status pada tahap  $k$  memberikan keputusan terbaik untuk setiap status pada tahap  $k + 1$ .

$N$  = Banyaknya tahap

$n$  = Label untuk tahap sekarang ( $n = 1, 2, 3, \dots, N$ )

$S_n$  = Keadaan sekarang untuk tahap  $n$ .

$x_n$  = Peubah keputusan untuk tahap  $n$ .

$x_n^*$  = Nilai optimal  $x_n$  (diketahui  $S_n$ ).

$f_n(S_n, x_n)$  = Fungsi transisi atau biasa disebut juga kontribusi tahap  $n, n + 1, \dots, N$  kepada fungsi tujuan bila sistem dimulai

dari keadaan  $s_n$  pada tahap  $n$ , keputusan sekarang adalah  $x_n$  dan keputusan optimal dibuat sesudahnya.

$f_n^*(s_n)$  = Nilai optimal dari fungsi transisi.

8. Prinsip optimalitas berlaku pada persoalan program dinamik (Rianata, 2013).

Ada dua macam klasifikasi dalam program dinamik, yaitu program dinamik deterministik dan probabilistik.

### B. Model Pemrograman Dinamik Deterministik

Program dinamik deterministik merupakan suatu program yang dibuat, dimana keadaan pada tahap berikut ditentukan sepenuhnya oleh keadaan dan keputusan kebijakan pada tahap sekarang pada tahap  $n$  proses akan berada pada suatu keadaan  $s_n$ . Pembuatan keputusan kebijakan  $x_n$  selanjutnya menggerakkan proses ke keadaan  $s_{n+1}$  pada tahap  $(n + 1)$ . Kontribusi sesudahnya terhadap fungsi tujuan dibawah kebijakan yang optimal telah dihitung sebelumnya sebagai

$$f_{n+1}^*(s_{n+1})$$

Keputusan kebijakan  $x_n$  juga memberikan kontribusi kepada fungsi tujuan. Kombinasi kedua nilai ini dengan benar akan memberikan  $f_n(s_n, x_n)$  yaitu kontribusi  $n$  tahap ke depan kepada fungsi tujuan. Pengoptimalan terhadap  $x_n$  memberikan

$$f_n^*(s_n) = f_n(s_n, x_n) \quad (2.1)$$

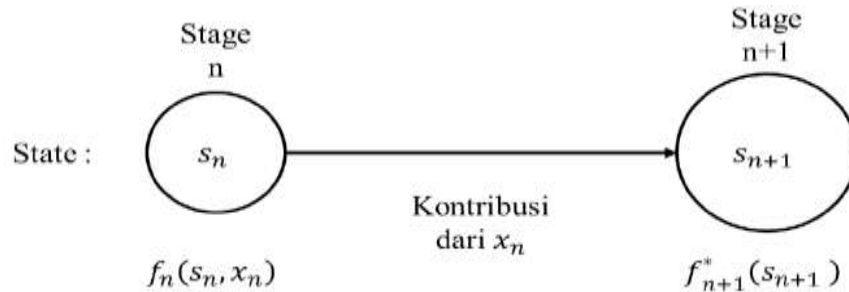
Setelah ditemukan  $x_n^*$  dan  $f_n^*(s_n)$  untuk setiap nilai  $s_n$ , prosedur penyelesaian sekarang bergerak maju atau mundur satu tahap (Lieberman, 2001).

Rangkuti. A (2013) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa langkah-langkah pemecahan masalah program dinamik deterministik adalah :

1. Tentukan prosedur pemecahan (maju atau mundur).
2. Tentukan tahap (*stage*)
3. Definisikan variabel keadaan (*state*) pada tiap tahap.
4. Definisikan variabel keputusan pada tiap tahap.
5. Definisikan fungsi pengembalian tiap tahap.
6. Definisikan fungsi transisi.

7. Definisikan fungsi rekursi.
8. Perhitungan.

Program dinamik deterministik dapat diuraikan dengan diagram yang ditunjukkan dibawah ini :



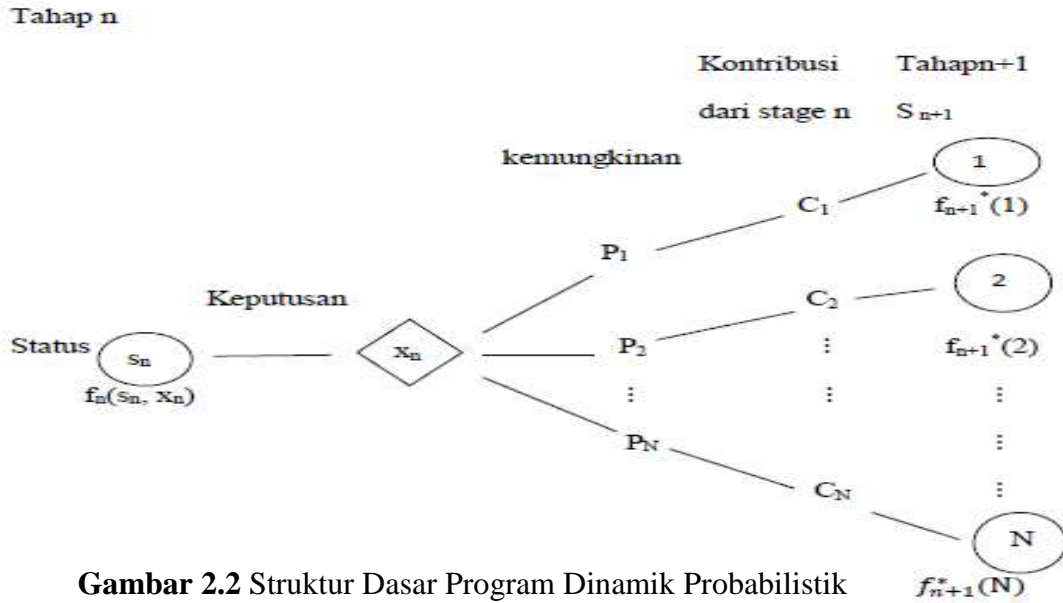
**Gambar 2.1** Struktur Dasar Program Dinamik Deterministik

**Keterangan :**

- *Stage n* menunjukkan tahap ke  $n$
- *State n* menunjukkan keadaan ke  $n$
- $S_n$  menunjukkan keadaan sekarang pada tahap  $n$ .
- $S_{n+1}$  menunjukkan keadaan sekarang untuk tahap  $n + 1$
- $x_n$  menunjukkan peubah keputusan untuk tahap ke  $n$
- $f_n(s_n, x_n)$  menunjukkan kontribusi tahap  $n$
- $f_{n+1}^*(s_{n+1})$  menunjukkan kontribusi optimum

**C. Model Pemrograman Dinamik Probabilistik**

Program dinamik probabilistik merupakan program dinamik yang memiliki ciri-ciri bahwa status pada suatu tahap ditentukan oleh distribusi kemungkinan sebelumnya. Berdasarkan gambar 2.2 dapat terlihat bahwa keputusan di *stage* tertentu memiliki kontribusi yang berbeda peluangnya terhadap keputusan di tahap selanjutnya. Semakin besar nilai probabilitasnya akan semakin besar pula pengaruhnya terhadap keputusan di tahap lain, begitu pula sebaliknya.



**Gambar 2.2** Struktur Dasar Program Dinamik Probabilistik

Dimana :

1.  $S$  melambangkan banyaknya keadaan yang mungkin pada tahap (*stage*)  $n + 1$  dan keadaan ini digambarkan pada sisi sebelah sebagai  $1, 2, \dots, S$ .
2.  $(p_1, p_2, \dots, p_s)$  adalah distribusi kemungkinan dari terjadinya suatu *state* berdasarkan *state*  $S_n$  dan keputusan  $X_n$  pada *stage*  $n$ .
3.  $C_1$  adalah kontribusi dari *stage*  $n$  terhadap fungsi tujuan, jika *state* berubah menjadi *state*  $i$ .
4.  $f_n(S_n, x_n)$  menunjukkan jumlah ekspetasi minimal dari tahap  $n$  kedepan, dengan diberikan status dan keputusan pada tahap  $n$  ke depan, dengan diberikan status dan keputusan pada tahap  $n$  masing-masing  $S_n$  dan  $x_n$  (Tenriana, 2015).

Oleh karena adanya struktur probabilistik, hubungan antara  $f_n(S_n, x_n)$  dan  $f_{n+1}^*(S_n, x_n)$  agak lebih rumit daripada untuk pemrograman dinamik deterministik. Bentuk yang tepat dari hubungan tersebut tergantung pada bentuk fungsi tujuan secara umum. Dalam pemrograman dinamik probabilistik juga terdapat hubungan rekursi yang mengidentifikasi kebijakan optimal. Sebagai ilustrasi misalkan kita akan memaksimalkan peluang keuntungan optimal dalam suatu penjualan produk maka fungsi tujuan yang akan dimaksimalkan pada setiap tahap. Adapun bentuk umum untuk membuat keputusan optimal yakni :



$$f_n^*(s_n) = \underset{x_n=0,1,\dots}{maksimum} f_n(s_n, x_n)$$

(Tenriana, 2015) dalam penelitiannya mengemukakan bahwa adapun karakteristik masalah yang dapat diselesaikan dengan menggunakan program dinamik probabilistik sama dengan program dinamik sederhana dengan ketentuan tambahan sebagai berikut :

1. Setiap *stage* (tahap) memiliki beberapa *state* (bagian atau keputusan) memiliki beberapa nilai tertentu yang masing-masing punya peluang dapat terjadi.
2. Apabila nilai probabilitas untuk semua *state* tersebut dijumlahkan maka hasilnya harus sama dengan satu.
3. Keputusan di tiap *stage* berakibat yang belum pasti untuk *state* di *stage* berikutnya dan ini memiliki probabilitas tertentu.
4. Terdapat hubungan rekursi yang dapat di nyatakan bahwa hubungan antara  $f_n(s_n, x_n)$  dengan  $f_{n+1}^*(s_{n+1})$  tergantung pada struktur probabilitas.
5. Fungsi tujuan merupakan bentuk untuk meminimumkan jumlah ekspektasi kontribusi setiap tahap sehingga dapat di nyatakan sebagai  $= \sum_{i=1}^N p_i [c_i + f_n^*(i)]$ .
6. Fungsi rekursi  $f_n(s_n, x_n)$  merupakan jumlah ekspektasi dari tahap  $n$  dan seterusnya (sampai ke  $N$ ) bila berada di tahap  $n$  dengan status  $s$  dan memilih  $x_n$  sebagai keputusan di tahap tersebut, dan selengkapnya ditulis  $f_{n+1}^*(s_{n+1}) = \underset{x_{n+1}}{min} f_{n+1}(s_{n+1}, x_{n+1})$ .

#### D. Rekursi Mundur (Backward Recursive)

Adapun untuk menyelesaikan persoalan program dinamik dengan kasus seperti pada permasalahan pendistribusian semen dapat digunakan rekursi mundur (*backward recursive*). Untuk program dinamik yang akan diselesaikan dengan perhitungan mundur, maka perhitungan  $n$  tahap untuk mendapatkan keputusan optimum dimulai dari keadaan dan dari masalah yang akhir ke masalah pertama

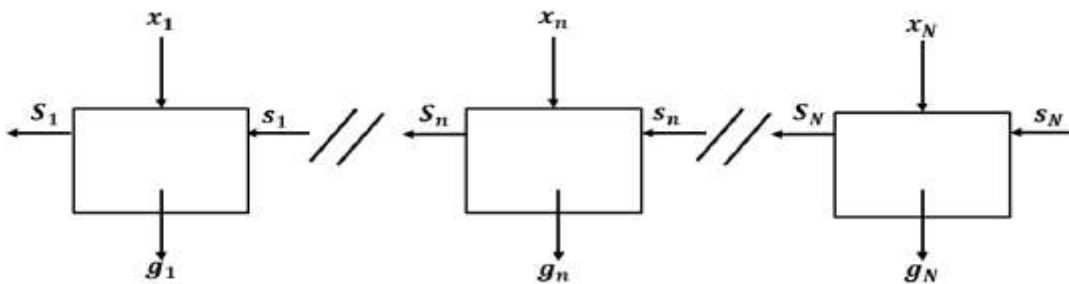
$$f_0(x_0) = 0$$

$$f_n^*(s_n) = \text{opt}\{p_n(x_n) \otimes f_{n+1}^*(s_n \otimes x_n)\} \quad n = N, \dots, 1 \quad (2.2)$$

Dengan :

- $f_n^*(s_n)$  : fungsi optimum
- $s$  : state (keadaan)
- $s_n \otimes x_n$  : fungsi transisi
- $n$  : tahap ke-
- $x$  : variabel keputusan
- $N$  : banyaknya tahap
- $(f_0, x_0)$  : nilai awal

Berikut ini dapat dilihat pada gambar 2.3 menunjukkan konsep keadaan pada rekursi mundur (*backward recursive*): (Rangkuti. A. 2013)



**Gambar 2. 3** Konsep keadaan rekursi mundur

Perhitungan yang dilaksanakan dalam urutan  $f_n \rightarrow f_{n-1} \rightarrow f_N$  atau yang biasa disebut dengan perhitungan dari tahap akhir kemudian berlanjut ke tahap pertama. Adapun perbedaan utama dalam rekursi maju dan mundur adalah dalam mengidentifikasi masalah sistem. Dengan menggunakan hubungan rekursi ini prosedur penyelesaian bergerak dari tahap ke tahap sampai kebijakan optimum tahap terakhir ditemukan apabila kebijakan optimum tahap  $n$  telah ditemukan sekali,  $n$  komponen keputusan dapat ditemukan kembali dengan melacak balik melalui fungsi transisi tahap  $n$ .

Pada rekursi mundur (*backward recursive*) akan digunakan notasi matematika sebagai berikut :

$$f_n^*(S_n) = p_n(x_n) + f_{n+1}^*(S_n - x_n) \quad (2.3)$$

Keterangan :

- $(f_n, x_n)$  : Menunjukkan kontribusi yang optimum pada tahap  $n$
- $p_n(x_n)$  : Jumlah atau dugaan pengalokasian  $x_n$  terhadap  $n$  (Ulfa, 2020)

**Contoh masalah dengan menggunakan metode Dinamik Deterministik dan Dinamik Probabilistik rekursi mundur**

1. Kampanye politik telah memasuki tahap akhir, hasil perhitungan menunjukkan perhitungan yang sangat dekat. Salah satu kandidat memiliki sisa dana yg cukup untuk membeli 5 iklan utama di stasiun tv dengan 4 lokasi yang berbeda. Berdasarkan informasi pemungutan suara telah diperkirakan bahwa jumlah suara tambahan yang dapat dimenangkan di wilayah penyiaran berdasarkan jumlah iklan yang di tayangkan. Hasil pengestimasiian diberikan dalam tabel sebagai berikut : (Lieberman, 2001)

**Tabel 2.1** Tabel pendistribusian iklan setiap lokasi/wilayah

IKLAN	WILAYAH			
	1	2	3	4
0	0	0	0	0
1	4	6	5	3
2	7	8	9	7
3	9	10	11	12
4	12	11	10	14
5	15	12	9	16

**Sumber :** Soal latihan Hiller Lieberman,2021

Gunakan program dinamik untuk menentukan bagaimana 5 iklan dapat didistribusikan di antara 4 lokasi untuk memaksimalkan perkiraan jumlah suara yang dimenangkan.

**Penyelesaian Metode Dinamik Deterministik dengan Rekursi Mundur**

Proses penyelesaian dengan perhitungan mundur dilakukan tahap demi tahap dimulai dari tahap ( $n = 4$ ) dan mengikuti persamaan model dinamik deterministik rekursi mundur sebagai berikut :

$$f_n^*(S_n) = \max \{p_n x_n + f_{n+1}^*(S_{n+1})\}, \quad n = 4$$

$$f_n^*(S_n) = \max \{p_n x_n + f_{n+1}^*(S_n - x_n)\}, \quad n = 3,2,1$$

Karena hanya ( $n = 4$ ), maka diasumsikan  $f_5^*(S_5) = 0$

➤ Tahap  $n = 4$

$$f_4(S_4, x_4) = p_4(x_4) + f_5^*(S_5)$$

$s_4 = 0, x_4 = 0$	$\rightarrow$	$f_4(0,0) = p_4(0) + f_5^*(s_5) = 0 + 0$	$=$	$0$
$s_4 = 1, x_4 = 0$	$\rightarrow$	$f_4(1,0) = p_4(0) + f_5^*(s_5) = 0 + 0$	$=$	$0$
$s_4 = 1, x_4 = 1$	$\rightarrow$	$f_4(1,1) = p_4(1) + f_5^*(s_5) = 3 + 0$	$=$	$3$
$s_4 = 2, x_4 = 0$	$\rightarrow$	$f_4(2,0) = p_4(0) + f_5^*(s_5) = 0 + 0$	$=$	$0$
$s_4 = 2, x_4 = 1$	$\rightarrow$	$f_4(2,1) = p_4(1) + f_5^*(s_5) = 3 + 0$	$=$	$3$
$s_4 = 2, x_4 = 2$	$\rightarrow$	$f_4(2,2) = p_4(2) + f_5^*(s_5) = 7 + 0$	$=$	$7$
$s_4 = 3, x_4 = 0$	$\rightarrow$	$f_4(3,0) = p_4(0) + f_5^*(s_5) = 0 + 0$	$=$	$0$
$s_4 = 3, x_4 = 1$	$\rightarrow$	$f_4(3,1) = p_4(1) + f_5^*(s_5) = 3 + 0$	$=$	$3$
$s_4 = 3, x_4 = 2$	$\rightarrow$	$f_4(3,2) = p_4(2) + f_5^*(s_5) = 7 + 0$	$=$	$7$
$s_4 = 3, x_4 = 3$	$\rightarrow$	$f_4(3,3) = p_4(3) + f_5^*(s_5) = 12 + 0$	$=$	$12$
$s_4 = 4, x_4 = 0$	$\rightarrow$	$f_4(4,0) = p_4(0) + f_5^*(s_5) = 0 + 0$	$=$	$0$
$s_4 = 4, x_4 = 1$	$\rightarrow$	$f_4(4,1) = p_4(1) + f_5^*(s_5) = 3 + 0$	$=$	$3$
$s_4 = 4, x_4 = 2$	$\rightarrow$	$f_4(4,2) = p_4(2) + f_5^*(s_5) = 7 + 0$	$=$	$7$
$s_4 = 4, x_4 = 3$	$\rightarrow$	$f_4(4,3) = p_4(3) + f_5^*(s_5) = 12 + 0$	$=$	$12$
$s_4 = 4, x_4 = 4$	$\rightarrow$	$f_4(4,4) = p_4(4) + f_5^*(s_5) = 14 + 0$	$=$	$14$
$s_4 = 5, x_4 = 0$	$\rightarrow$	$f_4(5,0) = p_4(0) + f_5^*(s_5) = 0 + 0$	$=$	$0$
$s_4 = 5, x_4 = 1$	$\rightarrow$	$f_4(5,1) = p_4(1) + f_5^*(s_5) = 3 + 0$	$=$	$3$
$s_4 = 5, x_4 = 2$	$\rightarrow$	$f_4(5,2) = p_4(2) + f_5^*(s_5) = 7 + 0$	$=$	$7$
$s_4 = 5, x_4 = 3$	$\rightarrow$	$f_4(5,3) = p_4(3) + f_5^*(s_5) = 12 + 0$	$=$	$12$
$s_4 = 5, x_4 = 4$	$\rightarrow$	$f_4(5,4) = p_4(4) + f_5^*(s_5) = 14 + 0$	$=$	$14$
$s_4 = 5, x_4 = 5$	$\rightarrow$	$f_4(5,5) = p_4(5) + f_5^*(s_5) = 16 + 0$	$=$	$16$

Dari hasil perhitungandiperoleh tabel sebagai berikut :

**Tabel 2.2** Hasil Perhitungan Metode Deterministik Tahap  $n = 4$

$s_4 \backslash x_4$	$f_4(s_4, x_4) = p_4(x_4) + f_5^*(s_5)$						$f_4^*(s_4)$	$x_4^*$
	0	1	2	3	4	5		
0	0						0	0
1	0	3					3	1
2	0	3	7				7	2

$s_4 \backslash x_4$	$f_4(s_4, x_4) = p_4(x_4) + f_5^*(s_5)$						$f_4^*(s_4)$	$x_4^*$
	0	1	2	3	4	5		
3	0	3	7	12			12	3
4	0	3	7	12	14		14	4
5	0	3	7	12	14	16	16	5

Sumber : Data diolah, 2021

➤ Tahap  $n = 3$

$$f_3(s_3, x_3) = p_3(x_3) + f_4^*(s_3 - x_3)$$

$s_3 = 0, x_3 = 0$	→	$f_3(0,0) = p_3(0) + f_4^*(0) = 0 + 0$	=	0
$s_3 = 1, x_3 = 0$	→	$f_3(1,0) = p_3(0) + f_4^*(1) = 0 + 3$	=	0
$s_3 = 1, x_3 = 1$	→	$f_3(1,1) = p_3(1) + f_4^*(0) = 5 + 0$	=	3
$s_3 = 2, x_3 = 0$	→	$f_3(2,0) = p_3(0) + f_4^*(2) = 0 + 7$	=	7
$s_3 = 2, x_3 = 1$	→	$f_3(2,1) = p_3(1) + f_4^*(1) = 5 + 3$	=	8
$s_3 = 2, x_3 = 2$	→	$f_3(2,2) = p_3(2) + f_4^*(0) = 9 + 0$	=	9
$s_3 = 3, x_3 = 0$	→	$f_3(3,0) = p_3(0) + f_4^*(3) = 0 + 12$	=	12
$s_3 = 3, x_3 = 1$	→	$f_3(3,1) = p_3(1) + f_4^*(2) = 5 + 7$	=	12
$s_3 = 3, x_3 = 2$	→	$f_3(3,2) = p_3(2) + f_4^*(1) = 9 + 3$	=	12
$s_3 = 3, x_3 = 3$	→	$f_3(3,3) = p_3(3) + f_4^*(0) = 11 + 0$	=	11
$s_3 = 4, x_3 = 0$	→	$f_3(4,0) = p_3(0) + f_4^*(4) = 0 + 14$	=	14
$s_3 = 4, x_3 = 1$	→	$f_3(4,1) = p_3(1) + f_4^*(3) = 5 + 12$	=	17
$s_3 = 4, x_3 = 2$	→	$f_3(4,2) = p_3(2) + f_4^*(2) = 9 + 7$	=	16
$s_3 = 4, x_3 = 3$	→	$f_3(4,3) = p_3(3) + f_4^*(1) = 11 + 3$	=	14
$s_3 = 4, x_3 = 4$	→	$f_3(4,4) = p_3(4) + f_4^*(0) = 10 + 0$	=	10
$s_3 = 5, x_3 = 0$	→	$f_3(5,0) = p_3(0) + f_4^*(5) = 0 + 16$	=	16
$s_3 = 5, x_3 = 1$	→	$f_3(5,1) = p_3(1) + f_4^*(4) = 5 + 14$	=	19
$s_3 = 5, x_3 = 2$	→	$f_3(5,2) = p_3(2) + f_4^*(3) = 9 + 12$	=	21
$s_3 = 5, x_3 = 3$	→	$f_3(5,3) = p_3(3) + f_4^*(2) = 11 + 7$	=	18
$s_3 = 5, x_3 = 4$	→	$f_3(5,4) = p_3(4) + f_4^*(1) = 10 + 3$	=	13
$s_3 = 5, x_3 = 5$	→	$f_3(5,5) = p_3(5) + f_4^*(0) = 9 + 0$	=	9

Dari hasil perhitungan diperoleh tabel sebagai berikut :

**Tabel 2.3** Hasil Perhitungan Metode Deterministik Tahap  $n = 3$

$s_3 \backslash x_3$	$f_3(S_3, x_3) = p_3(x_3) + f_4^*(s_3 - x_3)$						$f_3^*(s_3)$	$x_3^*$
	0	1	2	3	4	5		
0	0						0	0
1	3	5					5	1
2	7	8	9				9	2
3	12	12	12	11			12	0,1,2
4	14	17	16	14	10		17	1
5	16	19	21	18	13	9	21	2

Sumber : Data diolah, 2021

➤ Tahap  $n = 2$

$$f_2(S_2, x_2) = p_2(x_2) + f_3^*(s_2 - x_2)$$

$s_2 = 0, x_2 = 0$	→	$f_2(0,0) = p_2(0) + f_3^*(0) = 0 + 0$	=	0
$s_2 = 1, x_2 = 0$	→	$f_2(1,0) = p_2(0) + f_3^*(1) = 0 + 5$	=	5
$s_2 = 1, x_2 = 1$	→	$f_2(1,1) = p_2(1) + f_3^*(0) = 6 + 0$	=	6
$s_2 = 2, x_2 = 0$	→	$f_2(2,0) = p_2(0) + f_3^*(2) = 0 + 9$	=	9
$s_2 = 2, x_2 = 1$	→	$f_2(2,1) = p_2(1) + f_3^*(1) = 6 + 5$	=	11
$s_2 = 2, x_2 = 2$	→	$f_2(2,2) = p_2(2) + f_3^*(0) = 8 + 0$	=	8
$s_2 = 3, x_2 = 0$	→	$f_2(3,0) = p_2(0) + f_3^*(3) = 0 + 12$	=	12
$s_2 = 3, x_2 = 1$	→	$f_2(3,1) = p_2(1) + f_3^*(2) = 6 + 9$	=	15
$s_2 = 3, x_2 = 2$	→	$f_2(3,2) = p_2(2) + f_3^*(1) = 8 + 5$	=	13
$s_2 = 3, x_2 = 3$	→	$f_2(3,3) = p_2(2) + f_3^*(0) = 10 + 0$	=	10
$s_2 = 4, x_2 = 0$	→	$f_2(4,0) = p_2(0) + f_3^*(4) = 0 + 17$	=	17
$s_2 = 4, x_2 = 1$	→	$f_2(4,1) = p_2(1) + f_3^*(3) = 6 + 12$	=	18
$s_2 = 4, x_2 = 2$	→	$f_2(4,2) = p_2(2) + f_3^*(2) = 8 + 9$	=	17
$s_2 = 4, x_2 = 3$	→	$f_2(4,3) = p_2(2) + f_3^*(1) = 10 + 5$	=	15
$s_2 = 4, x_2 = 4$	→	$f_2(4,4) = p_2(3) + f_3^*(0) = 11 + 0$	=	11
$s_2 = 5, x_2 = 0$	→	$f_2(5,0) = p_2(0) + f_3^*(5) = 0 + 21$	=	21
$s_2 = 5, x_2 = 1$	→	$f_2(5,1) = p_2(1) + f_3^*(4) = 6 + 17$	=	23
$s_2 = 5, x_2 = 2$	→	$f_2(5,2) = p_2(2) + f_3^*(3) = 8 + 12$	=	20
$s_2 = 5, x_2 = 3$	→	$f_2(5,3) = p_2(2) + f_3^*(2) = 10 + 9$	=	19
$s_2 = 5, x_2 = 4$	→	$f_2(5,4) = p_2(3) + f_3^*(1) = 11 + 5$	=	16
$s_2 = 5, x_2 = 5$	→	$f_2(5,5) = p_2(5) + f_3^*(0) = 12 + 0$	=	12

Dari hasil perhitungan diperoleh tabel sebagai berikut :

**Tabel 2.4** Hasil Perhitungan Metode Deterministik Tahap  $n = 2$

$s_2 \backslash x_2$	$f_2(S_2, x_2) = p_2(x_2) + f_3^*(s_2 - x_2)$						$f_2^*(s_2)$	$x_2^*$
	0	1	2	3	4	5		
0	0						0	0
1	5	6					6	1
2	9	11	8				11	1
3	12	15	13	10			15	1
4	17	18	17	15	11		18	0,1
5	21	23	20	19	16	12	23	1

Sumber : Data diolah, 2021

➤ Tahap  $n = 1$

$$f_1(S_1, x_1) = p_1(x_1) + f_2^*(s_1 - x_1)$$

$s_1 = 0, x_1 = 0$	→	$f_1(0,0) = p_1(0) + f_2^*(0) = 0 + 0$	=	0
$s_1 = 1, x_1 = 0$	→	$f_1(1,0) = p_1(0) + f_2^*(1) = 0 + 6$	=	6
$s_1 = 1, x_1 = 1$	→	$f_1(1,1) = p_1(1) + f_2^*(0) = 4 + 0$	=	4
$s_1 = 2, x_1 = 0$	→	$f_1(2,0) = p_1(0) + f_2^*(2) = 0 + 11$	=	11
$s_1 = 2, x_1 = 1$	→	$f_1(2,1) = p_1(1) + f_2^*(1) = 4 + 6$	=	10
$s_1 = 2, x_1 = 2$	→	$f_1(2,2) = p_1(1) + f_2^*(0) = 7 + 0$	=	7
$s_1 = 3, x_1 = 0$	→	$f_1(3,0) = p_1(0) + f_2^*(3) = 0 + 15$	=	15
$s_1 = 3, x_1 = 1$	→	$f_1(3,1) = p_1(1) + f_2^*(2) = 4 + 11$	=	15
$s_1 = 3, x_1 = 2$	→	$f_1(3,2) = p_1(1) + f_2^*(1) = 7 + 6$	=	13
$s_1 = 3, x_1 = 3$	→	$f_1(3,3) = p_1(1) + f_2^*(0) = 9 + 0$	=	9
$s_1 = 4, x_1 = 0$	→	$f_1(4,0) = p_1(0) + f_2^*(4) = 0 + 17$	=	17
$s_1 = 4, x_1 = 1$	→	$f_1(4,1) = p_1(1) + f_2^*(3) = 4 + 15$	=	19
$s_1 = 4, x_1 = 2$	→	$f_1(4,2) = p_1(1) + f_2^*(2) = 7 + 11$	=	18
$s_1 = 4, x_1 = 3$	→	$f_1(4,3) = p_1(1) + f_2^*(1) = 9 + 6$	=	15
$s_1 = 4, x_1 = 4$	→	$f_1(4,4) = p_1(2) + f_2^*(0) = 12 + 0$	=	12
$s_1 = 5, x_1 = 0$	→	$f_1(5,0) = p_1(0) + f_2^*(5) = 0 + 24$	=	24
$s_1 = 5, x_1 = 1$	→	$f_1(5,1) = p_1(1) + f_2^*(4) = 4 + 18$	=	22
$s_1 = 5, x_1 = 2$	→	$f_1(5,2) = p_1(1) + f_2^*(3) = 7 + 15$	=	22
$s_1 = 5, x_1 = 3$	→	$f_1(5,3) = p_1(1) + f_2^*(2) = 9 + 11$	=	20
$s_1 = 5, x_1 = 4$	→	$f_1(5,4) = p_1(2) + f_2^*(1) = 12 + 6$	=	18
$s_1 = 5, x_1 = 5$	→	$f_1(5,5) = p_1(5) + f_2^*(0) = 15 + 0$	=	15

Dari hasil perhitungan diperoleh tabel sebagai berikut

**Tabel 2.5** Hasil Perhitungan Metode Deterministik Tahap  $n = 1$ 

$s_1 \backslash x_1$	$f_1(S_1, x_1) = p_1(x_1) + f_2^*(s_1 - x_1)$						$f_1^*(s_1)$	$x_1^*$
	0	1	2	3	4	5		
0	0						0	0
1	6	4					6	0
2	11	10	7				11	0
3	15	15	13	9			15	0 atau 1
4	17	19	18	15	12		19	1
5	24	22	22	20	18	15	24	0

Sumber : Data diolah, 2021

Dari hasil perhitungan mundur diperoleh tabel keputusan akhir (optimum) sebagai berikut :

**Tabel 2.6** Keputusan Akhir (optimum) Perhitungan Rekursi Mundur

S	$n = 1$		$n = 2$		$n = 3$		$n = 4$	
	$x_1^*$	$f_1^*(s_1)$	$x_2^*$	$f_2^*(s_2)$	$x_3^*$	$f_3^*(s_3)$	$x_4^*$	$f_4^*(s_4)$
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	6	1	6	1	5	1	3
2	1	11	1	11	2	9	2	7
3	1	15	1	15	0,1,2	12	3	12
4	0	17	1	18	1	17	4	14
5	0	24	1	23	2	21	5	16

Sumber : Data diolah, 2021

Berdasarkan tabel 2.6 maka alokasi  $(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) = (0,1,1,3)$  adalah banyaknya sisa dana untuk membeli iklan tv disetiap wilayah artinya wilayah 1 sebesar 0 iklan atau tidak perlu adanya iklan, wilayah 2 sebesar 6 iklan, wilayah 3 sebesar 5 iklan dan wilayah 4 sebesar 12 iklan. Maka, jumlah keseluruhan iklan yang akan dialokasikan di keempat wilayah sebesar 24 iklan. Sehingga, pemungutan suara dalam hal ini melalui penayangan iklan di tv adalah wilayah 4 sebanyak 12 iklan.



### Penyelesaian Metode Dinamik Probabilistik dengan Rekursi Mundur

**Tabel 2.7** Tabel Awal Pendistribusian Iklan untuk 4 Wilayah

	WILAYAH				TOTAL IKLAN
	1	2	3	4	
<b>0</b>	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>1</b>	4	6	5	3	<b>18</b>
<b>2</b>	7	8	9	7	<b>31</b>
<b>3</b>	9	10	11	12	<b>42</b>
<b>4</b>	12	11	10	14	<b>47</b>
<b>5</b>	15	12	9	16	<b>52</b>

Proses penyelesaian dengan perhitungan mundur dilakukan tahap demi tahap dimulai dari tahap ( $n = 4$ ) dan mengikuti persamaan model dinamik probabilistik rekursi mundur yang akan diasumsikan bahwa probabilitas untuk mendapatkan jumlah iklan maksimum adalah 60% sebagai berikut :

$$f_n(s_n, x_n) = 0,4 f_{n+1}^*(s_n - x_n) + 0,6 f_{n+1}^*(s_n + x_n)$$

Diasumsikan

$$f_5^*(s_5) = \begin{cases} 0, & \text{untuk } s_5 < 52 \\ 1, & \text{untuk } s_5 \geq 52 \end{cases}$$

➤ Tahap  $n = 4$

$$f_4(s_4, x_4) = 0,4 f_5^*(s_4 - x_4) + 0,6 f_5^*(s_4 + x_4)$$

$$\begin{array}{llll} s_4 = 0, x_4 = 0 & \rightarrow & f_4(0,0) = 0,4f_5^*(0) + 0,6f_5^*(0) & = 0 \\ s_4 = 18, x_4 = 0 & \rightarrow & f_4(18,0) = 0,4f_5^*(18) + 0,6f_5^*(18) & = 0 \\ s_4 = 18, x_4 = 18 & \rightarrow & f_4(18,18) = 0,4f_5^*(0) + 0,6f_5^*(36) & = 0 \\ s_4 = 31, x_4 = 0 & \rightarrow & f_4(31,0) = 0,4f_5^*(31) + 0,6f_5^*(31) & = 0 \\ s_4 = 31, x_4 = 18 & \rightarrow & f_4(31,18) = 0,4f_5^*(13) + 0,6f_5^*(49) & = 0 \\ s_4 = 31, x_4 = 31 & \rightarrow & f_4(31,31) = 0,4f_5^*(0) + 0,6f_5^*(62) & = 0 \\ s_4 = 42, x_4 = 0 & \rightarrow & f_4(42,0) = 0,4f_5^*(42) + 0,6f_5^*(42) & = 0 \\ s_4 = 42, x_4 = 18 & \rightarrow & f_4(42,18) = 0,4f_5^*(21) + 0,6f_5^*(60) & = 0,6 \\ s_4 = 42, x_4 = 31 & \rightarrow & f_4(42,31) = 0,4f_5^*(11) + 0,6f_5^*(73) & = 0,6 \\ s_4 = 42, x_4 = 42 & \rightarrow & f_4(42,42) = 0,4f_5^*(0) + 0,6f_5^*(84) & = 0,6 \\ s_4 = 47, x_4 = 0 & \rightarrow & f_4(47,0) = 0,4f_5^*(47) + 0,6f_5^*(47) & = 0 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 s_4 = 47, x_4 = 18 &\rightarrow f_4(47,18) = 0,4f_5^*(29) + 0,6f_5^*(65) &= 0,6 \\
 s_4 = 47, x_4 = 31 &\rightarrow f_4(47,31) = 0,4f_5^*(16) + 0,6f_5^*(78) &= 0,6 \\
 s_4 = 47, x_4 = 42 &\rightarrow f_4(47,42) = 0,4f_5^*(5) + 0,6f_5^*(89) &= 0,6 \\
 s_4 = 47, x_4 = 47 &\rightarrow f_4(47,47) = 0,4f_5^*(0) + 0,6f_5^*(94) &= 0,6 \\
 s_4 = 52, x_4 = 0 &\rightarrow f_4(52,0) = 0,4f_5^*(25) + 0,6f_5^*(25) &= 1 \\
 s_4 = 52, x_4 = 18 &\rightarrow f_4(52,18) = 0,4f_5^*(34) + 0,6f_5^*(70) &= 0,6 \\
 s_4 = 52, x_4 = 31 &\rightarrow f_4(52,31) = 0,4f_5^*(21) + 0,6f_5^*(83) &= 0,6 \\
 s_4 = 52, x_4 = 42 &\rightarrow f_4(52,42) = 0,4f_5^*(10) + 0,6f_5^*(94) &= 0,6 \\
 s_4 = 52, x_4 = 47 &\rightarrow f_4(52,47) = 0,4f_5^*(5) + 0,6f_5^*(99) &= 0,6 \\
 s_4 = 52, x_4 = 52 &\rightarrow f_4(52,52) = 0,4f_5^*(0) + 0,6f_5^*(104) &= 0,6
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh tabel sebagai berikut

**Tabel 2.8** Hasil Perhitungan Metode Probabilistik Tahap  $n = 4$

$s_4 \backslash x_4$	$f_4(s_4, x_4) = 0,4 f_5^*(s_4 - x_4) + 0,6 f_5^*(s_4 + x_4)$						$f_4^*(s_4)$	$x_4^*$
	0	18	31	42	47	52		
0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	-	-	-	-	0	0
31	0	0	0,6	-	-	-	0,6	31
42	0	0,6	0,6	0,6	-	-	0,6	18,31,42
47	0	0,6	0,6	0,6	0,6	-	0,6	18,31,42,47
$\geq 52$	1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1	0

Sumber : Data diolah, 2021

➤ Tahap  $n = 3$

$$f_3(s_3, x_3) = 0,4 f_4^*(s_3 - x_3) + 0,6 f_4^*(s_3 + x_3)$$

$$\begin{aligned}
 s_3 = 0, x_3 = 0 &\rightarrow f_3(0,0) = 0,4f_4^*(0) + 0,6f_4^*(0) &= 0 \\
 s_3 = 18, x_3 = 0 &\rightarrow f_3(18,0) = 0,4f_4^*(18) + 0,6f_4^*(18) &= 0 \\
 s_3 = 18, x_3 = 18 &\rightarrow f_3(18,18) = 0,4f_4^*(0) + 0,6f_4^*(36) &= 0,36 \\
 s_3 = 31, x_3 = 0 &\rightarrow f_3(31,0) = 0,4f_4^*(31) + 0,6f_4^*(31) &= 0,6 \\
 s_3 = 31, x_3 = 18 &\rightarrow f_3(31,18) = 0,4f_4^*(13) + 0,6f_4^*(49) &= 0,36 \\
 s_3 = 31, x_3 = 31 &\rightarrow f_3(31,31) = 0,4f_4^*(0) + 0,6f_4^*(62) &= 0,6 \\
 s_3 = 42, x_3 = 0 &\rightarrow f_3(42,0) = 0,4f_4^*(42) + 0,6f_4^*(42) &= 0,6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 s_3 = 42, x_3 = 18 &\rightarrow f_3(42,18) = 0,4f_4^*(21) + 0,6f_4^*(60) &= 0,6 \\
 s_3 = 42, x_3 = 31 &\rightarrow f_3(42,31) = 0,4f_4^*(11) + 0,6f_4^*(73) &= 0,6 \\
 s_3 = 42, x_3 = 42 &\rightarrow f_3(42,42) = 0,4f_4^*(0) + 0,6f_4^*(84) &= 0,6 \\
 s_3 = 47, x_3 = 0 &\rightarrow f_3(47,0) = 0,4f_4^*(47) + 0,6f_4^*(47) &= 0,6 \\
 s_3 = 47, x_3 = 18 &\rightarrow f_3(47,18) = 0,4f_4^*(29) + 0,6f_4^*(65) &= 0,6 \\
 s_3 = 47, x_3 = 31 &\rightarrow f_3(47,31) = 0,4f_4^*(16) + 0,6f_4^*(78) &= 0,6 \\
 s_3 = 47, x_3 = 42 &\rightarrow f_3(47,42) = 0,4f_4^*(5) + 0,6f_4^*(89) &= 0,6 \\
 s_3 = 47, x_3 = 47 &\rightarrow f_3(47,47) = 0,4f_4^*(0) + 0,6f_4^*(94) &= 0,6 \\
 s_3 = 52, x_3 = 0 &\rightarrow f_3(52,0) = 0,4f_4^*(25) + 0,6f_4^*(25) &= 0,6 \\
 s_3 = 52, x_3 = 18 &\rightarrow f_3(52,18) = 0,4f_4^*(34) + 0,6f_4^*(70) &= 0,84 \\
 s_3 = 52, x_3 = 31 &\rightarrow f_3(52,31) = 0,4f_4^*(21) + 0,6f_4^*(83) &= 0,6 \\
 s_3 = 52, x_3 = 42 &\rightarrow f_3(52,42) = 0,4f_4^*(10) + 0,6f_4^*(94) &= 0,6 \\
 s_3 = 52, x_3 = 47 &\rightarrow f_3(52,47) = 0,4f_4^*(5) + 0,6f_4^*(99) &= 0,6 \\
 s_3 = 52, x_3 = 52 &\rightarrow f_3(52,52) = 0,4f_4^*(0) + 0,6f_4^*(104) &= 0,6
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di peroleh tabel sebagai berikut :

**Tabel 2.9** Hasil Perhitungan Metode Probabilistik Tahap  $n = 3$

$s_3 \backslash x_3$	$f_3(s_3, x_3) = 0,4 f_4^*(s_3 - x_3) + 0,6 f_4^*(s_3 + x_3)$						$f_3^*(s_3)$	$x_3^*$
	0	18	31	42	47	52		
0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0,36	-	-	-	-	0,36	18
31	0,6	0,6	0,6	-	-	-	0,6	0,18,31
42	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-	0,6	0,18,31,42
47	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	-	0,6	0,18,31,42,47
$\geq 52$	1	0,84	0,6	0,6	0,6	0,6	1	0

Sumber : Data diolah, 2021

➤ Tahap  $n = 2$

$$f_2(s_2, x_2) = 0,4 f_3^*(s_2 - x_2) + 0,6 f_3^*(s_2 + x_2)$$

$$\begin{aligned}
 s_2 = 0, x_2 = 0 &\rightarrow f_2(0,0) = 0,4f_3^*(0) + 0,6f_3^*(0) &= 0 \\
 s_2 = 18, x_2 = 0 &\rightarrow f_2(18,0) = 0,4f_3^*(18) + 0,6f_3^*(18) &= 0,36 \\
 s_2 = 18, x_2 = 18 &\rightarrow f_2(18,18) = 0,4f_3^*(0) + 0,6f_3^*(36) &= 0,36
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 s_2 = 31, x_2 = 0 &\rightarrow f_2(31,0) = 0,4f_3^*(31) + 0,6f_3^*(31) &= 0,6 \\
 s_2 = 31, x_2 = 18 &\rightarrow f_2(31,18) = 0,4f_3^*(13) + 0,6f_3^*(49) &= 0,36 \\
 s_2 = 31, x_2 = 31 &\rightarrow f_2(31,31) = 0,4f_3^*(0) + 0,6f_3^*(62) &= 0,6 \\
 s_2 = 42, x_2 = 0 &\rightarrow f_2(42,0) = 0,4f_3^*(42) + 0,6f_3^*(42) &= 0,6 \\
 s_2 = 42, x_2 = 18 &\rightarrow f_2(42,18) = 0,4f_3^*(21) + 0,6f_3^*(60) &= 0,6 \\
 s_2 = 42, x_2 = 31 &\rightarrow f_2(42,31) = 0,4f_3^*(11) + 0,6f_3^*(73) &= 0,6 \\
 s_2 = 42, x_2 = 42 &\rightarrow f_2(42,42) = 0,4f_3^*(0) + 0,6f_3^*(84) &= 0,6 \\
 s_2 = 47, x_2 = 0 &\rightarrow f_2(47,0) = 0,4f_3^*(47) + 0,6f_3^*(47) &= 0,6 \\
 s_2 = 47, x_2 = 18 &\rightarrow f_2(47,18) = 0,4f_3^*(29) + 0,6f_3^*(65) &= 0,7 \\
 s_2 = 47, x_2 = 31 &\rightarrow f_2(47,31) = 0,4f_3^*(16) + 0,6f_3^*(78) &= 0,6 \\
 s_2 = 47, x_2 = 42 &\rightarrow f_2(47,42) = 0,4f_3^*(5) + 0,6f_3^*(89) &= 0,6 \\
 s_2 = 47, x_2 = 47 &\rightarrow f_2(47,47) = 0,4f_3^*(0) + 0,6f_3^*(94) &= 0,6 \\
 s_2 = 52, x_2 = 0 &\rightarrow f_2(52,0) = 0,4f_3^*(25) + 0,6f_3^*(25) &= 1 \\
 s_2 = 52, x_2 = 18 &\rightarrow f_2(52,18) = 0,4f_3^*(34) + 0,6f_3^*(70) &= 0,8 \\
 s_2 = 52, x_2 = 31 &\rightarrow f_2(52,31) = 0,4f_3^*(21) + 0,6f_3^*(83) &= 0,8 \\
 s_2 = 52, x_2 = 42 &\rightarrow f_2(52,42) = 0,4f_3^*(10) + 0,6f_3^*(94) &= 0,6 \\
 s_2 = 52, x_2 = 47 &\rightarrow f_2(52,47) = 0,4f_3^*(5) + 0,6f_3^*(99) &= 0,6 \\
 s_2 = 52, x_2 = 52 &\rightarrow f_2(52,52) = 0,4f_3^*(0) + 0,6f_3^*(104) &= 0,6
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh tabel sebagai berikut

**Tabel 2.10** Hasil Perhitungan Metode Probabilistik Tahap  $n = 2$

$s_2 \backslash x_2$	$f_2(s_2, x_2) = 0,4 f_3^*(s_2 - x_2) + 0,6 f_3^*(s_2 + x_2)$						$f_2^*(s_2)$	$x_2^*$
	0	18	31	42	47	52		
0	0	0	0	0	0	0	-	0
18	0,36	0,36	-	-	-	-	0,36	0,18
31	0,6	0,36	0,6	-	-	-	0,6	0,31
42	0,6	0,7	0,6	0,6	-	-	0,7	18
47	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	-	0,7	18
$\geq 52$	1	0,84	0,84	0,6	0,6	0,6	1	0

Sumber : Data Diolah 2021

➤ Tahap  $n = 1$

$$f_1(s_1, x_1) = 0,4 f_2^*(s_1 - x_1) + 0,6 f_2^*(s_1 + x_1)$$

$$s_1 = 0, x_1 = 0 \rightarrow f_1(0,0) = 0,4f_2^*(0) + 0,6f_2^*(0) = 0$$

$$\begin{aligned}
 s_1 = 18, x_1 = 0 &\rightarrow f_1(18,0) = 0,4f_2^*(18) + 0,6f_2^*(18) &= 0,36 \\
 s_1 = 18, x_1 = 18 &\rightarrow f_1(18,18) = 0,4f_2^*(0) + 0,6f_2^*(36) &= 0,36 \\
 s_1 = 31, x_1 = 0 &\rightarrow f_1(31,0) = 0,4f_2^*(31) + 0,6f_2^*(31) &= 0,6 \\
 s_1 = 31, x_1 = 18 &\rightarrow f_1(31,18) = 0,4f_2^*(13) + 0,6f_2^*(49) &= 0,4 \\
 s_1 = 31, x_1 = 31 &\rightarrow f_1(31,31) = 0,4f_2^*(0) + 0,6f_2^*(62) &= 0,6 \\
 s_1 = 42, x_1 = 0 &\rightarrow f_1(42,0) = 0,4f_2^*(42) + 0,6f_2^*(42) &= 0,7 \\
 s_1 = 42, x_1 = 18 &\rightarrow f_1(42,18) = 0,4f_2^*(11) + 0,6f_2^*(60) &= 0,7 \\
 s_1 = 42, x_1 = 31 &\rightarrow f_1(42,31) = 0,4f_2^*(11) + 0,6f_2^*(73) &= 0,6 \\
 s_1 = 42, x_1 = 42 &\rightarrow f_1(42,42) = 0,4f_2^*(0) + 0,6f_2^*(84) &= 0,6 \\
 s_1 = 47, x_1 = 0 &\rightarrow f_1(47,0) = 0,4f_2^*(47) + 0,6f_2^*(47) &= 0,7 \\
 s_1 = 47, x_1 = 18 &\rightarrow f_1(47,18) = 0,4f_2^*(29) + 0,6f_2^*(65) &= 0,7 \\
 s_1 = 47, x_1 = 31 &\rightarrow f_1(47,31) = 0,4f_2^*(16) + 0,6f_2^*(78) &= 0,6 \\
 s_1 = 47, x_1 = 42 &\rightarrow f_1(47,42) = 0,4f_2^*(5) + 0,6f_2^*(89) &= 0,6 \\
 s_1 = 47, x_1 = 47 &\rightarrow f_1(47,47) = 0,4f_2^*(0) + 0,6f_2^*(94) &= 0,6 \\
 s_1 = 52, x_1 = 0 &\rightarrow f_1(52,0) = 0,4f_2^*(52) + 0,6f_2^*(52) &= 1 \\
 s_1 = 52, x_1 = 18 &\rightarrow f_1(52,18) = 0,4f_2^*(34) + 0,6f_2^*(70) &= 0,8 \\
 s_1 = 52, x_1 = 31 &\rightarrow f_1(52,31) = 0,4f_2^*(21) + 0,6f_2^*(83) &= 0,7 \\
 s_1 = 52, x_1 = 42 &\rightarrow f_1(52,42) = 0,4f_2^*(10) + 0,6f_2^*(94) &= 0,6 \\
 s_1 = 51, x_1 = 47 &\rightarrow f_1(52,47) = 0,4f_2^*(5) + 0,6f_2^*(99) &= 0,6 \\
 s_1 = 52, x_1 = 52 &\rightarrow f_1(52,52) = 0,4f_2^*(0) + 0,6f_2^*(104) &= 0,6
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di peroleh tabel sebagai berikut :

**Tabel 2.11** Hasil Perhitungan Metode Probabilistik Tahap  $n = 1$

$s_1 \backslash x_1$	$f_1(s_1, x_1) = 0,4 f_2^*(s_1 - x_1) + 0,6 f_2^*(s_1 + x_1)$						$f_1^*(s_1)$	$x_1^*$
	0	18	31	42	47	52		
0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0,36	0,36	-	-	-	-	0,36	0,18
31	0,6	0,4	0,6	-	-	-	0,6	0,31
42	0,7	0,7	0,6	0,6	-	-	0,7	0,18
47	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	-	0,7	0,18
$\geq 52$	1	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	1	0

Sumber : Data diolah, 2021

Dengan demikian, peluang kebijakan mendapatkan jumlah iklan

maksimum untuk memenangkan suara tambahan dalam pemilu adalah sebesar 18 iklan adalah 60% di 4 wilayah.