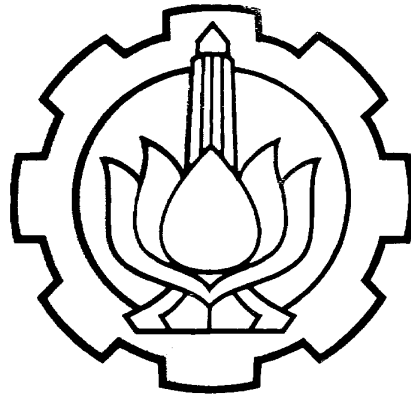


SKRIPSI

**ANALISA PEMBAGIAN LAHAN PADA SUATU *REAL ESTATE*
DENGAN MENGGUNAKAN *GOAL PROGRAMMING*
(Studi Kasus di : PT. Panca Teja Sentana)**

oleh :

**WAHYUNI HARYANTI
NRP : 1202 100 003**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2006**

SKRIPSI

ANALISA PEMBAGIAN LAHAN PADA SUATU *REAL ESTATE* DENGAN MENGGUNAKAN *GOAL PROGRAMMING* (Studi Kasus di : PT. Panca Teja Sentana)

dipersiapkan dan diusulkan oleh :

WAHYUNI HARYANTI

NRP. 1202 100 003

telah dipertahankan di depan tim penguji
pada tanggal : 2 Agustus 2006

Susunan Tim Penguji

Pembimbing,

Anggota Tim Penguji,

1. Valeriana Lukitosari, Ssi, MT
NIP. 132 206 272

1. Dr. Basuki Widodo, MSc
NIP. 131 839 345

2. Drs. Sulistiyo, MT
NIP. 131 651 249

3. Dra. Nuri Wahyuningsih, Mkes
NIP. 131 835 484

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika

Surabaya, Agustus 2006

Ketua Jurusan Matematika

F M I P A I T S

Drs. Lukman Hanafi, MSc
NIP. 131 782 039

PERSETUJUAN

yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Valeriana Lukitosari, SSi., MT.

NIP : 132 206 278

menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul

*“Analisa Pembagian Lahan Real Estat
dengan Memanfaatkan Goal Programming
(Studi Kasus di PT. Panca Teja Sentana)”*

oleh:

Nama : Wahyuni Haryanti

NRP : 1202 100 003

telah selesai dikerjakan dan layak untuk diujikan

Surabaya, 14 Juli 2006,

Pembimbing,

Valeriana Lukitosari, SSi., MT.

132 206 272

ABSTRAK

Salah satu masalah yang dihadapi pengembang *real estate* adalah menentukan pembagian jumlah rumah yang dibangun sesuai tipe-tipenya di *real estate*. Inilah yang mendorong perusahaan *real estate* untuk mencari teknik pengambilan keputusan yang tepat.

PT. Panca Teja Sentana, selaku pengembang juga mengalami hal yang sama. Pembagian lahan dilakukan dengan cara mengira-ngira jumlah rumah yang akan dibangun sesuai tipenya. Memang apa yang dibangun pada tahun 2004, yaitu Taman Pondok Jati, telah mendatangkan keuntungan. Keuntungan yang diperoleh belum maksimal, sementara muncul masalah dengan banyak target. Perusahaan mengalami kesulitan dalam mengambil keputusan.

Pada tugas akhir ini, penulis memanfaatkan *goal programming* untuk mengolah data pada *real estate* yang menghasilkan pembagian lahan yang sesuai dengan pembagian jumlah tipe-tipe rumah. Metode ini merupakan pemrograman tujuan ganda dan merupakan solusi yang dapat mencapai semuanya secara optimal pada waktu bersamaan berdasarkan kendala-kendala yang dimilikinya.

Keuntungan aktual yang didapat oleh PT. Panca Teja Sentana sebesar Rp. 2.252.000.000. Kemudian dari solusi optimal yang diperoleh, keuntungan tersebut mengalami kenaikan 1,5 % menjadi Rp. 2.285.000.000. Solusi optimal yang diperoleh tersebut yaitu jumlah rumah tipe 36 sebanyak 15 unit, tipe 45 sebanyak 28 unit, tipe 54 sebanyak 22 unit dan tipe 70 sebanyak 27 unit.

Kata kunci: *goal programming*, prioritas, target/goal.

KATA PENGANTAR

Puji syukur bagi Allah Yang Maha Esa karena pimpinan dan hikmatnya, penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisa Pembagian Lahan Pada Suatu *Real Estate* dengan Menggunakan *Goal Programming*”.

Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan studi pada jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih atas segala dukungan dan bantuan, terutama kepada:

1. Ibu Valeriana Lukitosari, SSi., MT., selaku dosen pembimbing yang bersedia meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Drs. Sulistyono, MT., Dr. Basuki Widodo, MSc., dan Ibu Dra. Nuri Wahyuningsih, Mkes., selaku penguji dalam ujian Tugas Akhir penulis.
3. Ibu Dr. Erna Apriliani, MSi., selaku dosen wali yang bersedia meluangkan waktu membimbing dan mengarahkan penulis selama ini.
4. Bapak Drs. Lukman Hanafi, MSc., selaku ketua jurusan matematika serta semua dosen jurusan matematika yang telah memberikan fasilitas dan membagi ilmu selama masa perkuliahan.
5. Bpk Susilo Effendi selaku Direktur I dan Bpk Lemanyudi Imanudin selaku Direktur II dari PT. Panca Teja Sentana yang telah memberikan kesempatan penulis mengadakan penelitian dan pengumpulan data di Perusahaannya.

6. Kakak Alen sekeluarga yang telah banyak membantu penulis secara moril maupun material dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman jurusan matematika terutama angkatan 2002, serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Agus Prasetya, Bagus, Putu Dewi, mas Alfred, mbak Yanti, mbak Nanik, David, Dekit, Dian S , Putu Eka, yang telah banyak memberikan dukungan moril dalam penyelesaian studi.
9. Papa dan mama yang senantiasa mendukung di dalam doa dan membiayai studi penulis selama ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena ini penulis mengharapkan adanya masukan dari para pembaca untuk menyempurnakannya. Akhirnya penulis berharap kiranya Tugas Akhir ini dapat berguna bagi mereka yang memerlukannya, terutama para pengembang *Real Estate*.

Surabaya, Agustus 2006

Penulis

DAFTAR ISI

Lembar Judul	
Lembar Pengesahan	
Abstrak	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel	vii
Daftar Lampiran	viii
BAB	
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
II. LANDASAN TEORI	6
2.1 <i>Real Estate</i>	12
2.2 <i>Goal Programming (GP)</i>	16
2.2.1 Konsep Dasar <i>Goal Programming</i>	16
2.2.2 Terminologi <i>Goal Programming</i>	18
2.2.3 Unsur-unsur <i>Goal Programming</i>	20
2.2.4 Macam-macam <i>Goal Programming</i>	23
2.2.5 Kelebihan dan Kelemahan Model <i>Goal Programming</i>	24

2.2.6	Perumusan Model <i>Goal Programming</i>	25
2.2.7	Model Umum <i>Goal Programming</i>	28
III.	METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1	Tahap Identifikasi	32
3.1.1	Perumusan Masalah dan Penetapan Tujuan Penelitian	32
3.1.2	Identifikasi Metode Penelitian	32
3.2	Tahap Pengolahan Data dan Pengembangan Model	32
3.2.1	Pengumpulan dan Pengolahan Data	32
3.2.2	Pengembangan Model <i>Goal Programming</i>	33
3.2.3	Penyelesaian Model <i>Goal Programming</i>	33
3.3	Tahap Analisa dan Kesimpulan	33
3.3.1	Analisa dan Interpretasi	33
3.3.2	Kesimpulan dan Saran	34
IV.	PENGEMBANGAN MODEL dan PENGOLAHAN DATA	35
4.1	Pengembangan Model	35
4.1.1	Menentukan Variabel Keputusan	36
4.1.2	Perumusan Sistem Kendala	36
4.1.3	Menentukan Prioritas Utama	49
4.1.4	Perumusan Fungsi Tujuan / Sasaran	49
4.1.5	Perumusan Bentuk Model Lengkap	54
4.2	Pengolahan Data	54

V.	ANALISA dan INTERPRETASI	61
5.1	Analisis Hasil	61
5.2	Alternatif Perubahan Model	63
5.2.1	Kenaikan Permintaan Rumah Tipe 36	63
5.2.2	Kenaikan Permintaan Rumah Tipe 45	65
5.2.3	Kenaikan Permintaan Rumah Tipe 54	66
5.2.4	Kenaikan Permintaan Rumah Tipe 70	67
VI.	KESIMPULAN dan SARAN	69
6.1	Kesimpulan	69
6.2	Saran-saran	70
	Daftar Pustaka	71

DAFTAR TABEL

2.1	Tabel Jenis-jenis Kendala Tujuan	21
2.2	Tabel Pemrosesan Tujuan	27
3.1	Gambar Kerangka Tahapan Penelitian	31
4.1	Tabel Simbol dalam Variabel Keputusan	36
4.2	Tabel Prosentase Minat Konsumen	49
4.3	Tabel Prosentase Lahan	50
4.4	Tabel Luas Lahan per Unit (m^2)	55
4.5	Tabel Luas Lahan yang Digunakan (m^2)	55
4.6	Tabel Anggaran Perusahaan	56
4.7	Tabel Target Rumah	56
4.8	Tabel Harga Jual Rumah (/unit)	57
4.9	Tabel Biaya Jual Tanah	57
4.10	Tabel Biaya Penjaringan	58
4.11	Tabel Biaya-biaya Pengeluaran	59
4.12	Tabel Biaya Pengeluaran total	59
5.1	Tabel Urutan Prioritas	61
5.2	Tabel Data Hasil Model Awal	62
5.3	Tabel Data Analisis Sensitivitas untuk Model Awal	63
5.4	Tabel Kenaikan Permintaan Rumah Tipe 36 Sebesar 5%	64
5.5	Tabel Kenaikan Permintaan Rumah Tipe 45 Sebesar 5%	65
5.6	Tabel Kenaikan Permintaan Rumah Tipe 54 Sebesar 5%	66
5.7	Tabel Kenaikan Permintaan Rumah Tipe 70 Sebesar 5%	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	: Model Awal	73
Lampiran 2	: Model Permintaan Rumah Tipe 36 Naik 5%	75
Lampiran 3	: Model Permintaan Rumah Tipe 45 Naik 5%	77
Lampiran 4	: Model Permintaan Rumah Tipe 54 Naik 5%	79
Lampiran 5	: Model Permintaan Rumah Tipe 70 Naik 5%	81
Lampiran 6	: Model <i>Linear Programming</i>	83
Lampiran 7	: Diagram Alir Pembangunan <i>Real Estate</i>	85
Lampiran 8	: Site Plan Taman Pondok Jati pada Tahun 2004	87
Lampiran 9	: Hasil Survei pada Tanggal 28-30 Juli 2006	88

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pengambilan keputusan merupakan fungsi utama dari seorang pengusaha dalam suatu organisasi atau perusahaan. Seorang pengusaha atau manajer perusahaan kerap kali mengalami kebingungan dalam mengambil keputusan dari beberapa permasalahan. Akibatnya, lambat laun ia jatuh dalam keadaan tidak dapat mengambil keputusan untuk menentukan tujuan utama dari perusahaannya.

Bagaimana pun juga keadaan itu harus diatasi, sulit atau mudah, sebab kesuksesan di bidang usaha dan dagang, selalu bergantung pada pengambilan keputusan yang benar. Seorang pengusaha yang tetap berdiri saja di persimpangan jalan tanpa mengambil keputusan pasti tidak akan mendapat kesuksesan.

Di dalam dunia usaha (bisnis) ini sudah mulai menyadari kerugian dalam menentukan tujuan tunggal / utamanya seperti maksimisasi keuntungan (minimisasi biaya). Pengerjaan tujuan tunggal tersebut sering memiliki pengaruh buruk pada tujuan-tujuan lainnya. Andai saja masyarakat bisnis tidak peduli terhadap masalah-masalah sosial dan lingkungan hidup seperti peraturan pemerintah dan lembaga konsumen yang mempengaruhi di dalam proses pengambilan keputusan maka sebaiknya dunia usaha (bisnis) memperhatikan masalah-masalah atau tujuan-tujuan lainnya itu.

Dalam hal ini terdapat dua hambatan utama untuk menemukan solusi dari berbagai masalah keputusan. Yang pertama, benturan di antara tujuan-tujuannya. Dua tujuan dikatakan berbenturan jika perbaikan tujuan yang satu memiliki pengaruh buruk pada tujuan yang lain. Kedua, tujuan-tujuan tidak dapat dibandingkan. Dua tujuan dikatakan tak sebanding jika mereka diukur dalam satuan yang berbeda. Oleh karena itu untuk mengatasi dua hambatan utama dalam menemukan solusi dari berbagai masalah keputusan tersebut diperlukan suatu teknik riset operasi yang dinamakan *Goal Programming*.

Usaha *real estate* juga sering menghadapi tujuan ganda. Mengalami berbagai hambatan dalam mengambil keputusan untuk menentukan pembagian jumlah rumah sesuai tipe-tipenya. Oleh karena itu dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis memilih judul “Analisa Pembagian Lahan Pada Suatu *Real Estate* dengan Menggunakan *Goal Programming*”

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan pengertian *Goal Programming (GP)* yaitu suatu teknik riset operasi yang bertujuan untuk menangani masalah keputusan yang multiobjektif, maka permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir yang diusulkan ini adalah: Bagaimana metode *Goal Programming* digunakan dalam mengambil keputusan untuk menentukan pembagian jumlah rumah sesuai tipe-tipenya di *real estate*.

1.3 BATASAN MASALAH

Untuk memfokuskan pemecahan masalah dan mempertegas lingkup penelitian, dalam bagian permasalahan menetapkan batasan-batasan pada:

- a. Metode yang digunakan dalam pengambilan keputusan adalah *Goal Programming (GP)*.
- b. Tugas Akhir ini merupakan hasil studi kasus di perusahaan *real estate* PT. Panca Teja Sentana.
- c. Hasil observasi dan penelitian dalam menunjang penyusunan Tugas Akhir ini diperoleh dari PT. Panca Teja Sentana dengan produksi Taman Pondok Jati pada tahun 2004.
- d. Untuk Taman Pondok Jati, jenis bangunan yang ada adalah perumahan dengan tipe 36, 45, 54, dan 70.

1.4 TUJUAN dan MANFAAT

Tujuan penyusunan Tugas Akhir ini memberi gambaran pada para pengusaha atau para manajer perusahaan *real estate* untuk menggunakan *Goal Programming (GP)* dalam mengambil / membuat keputusan yang terbaik untuk mengatasi masalah pembagian jumlah rumah yang dibangun sesuai tipenya.

Manfaat penyusunan Tugas Akhir ini adalah bahwa dengan menggunakan metode *Goal Programming (GP)* diharapkan mempermudah pengambilan keputusan dari berbagai permasalahan. Khususnya masalah keputusan dalam menentukan pembagian lahan sesuai jumlah rumah yang dibangun untuk masing-masing tipe di *real estate*.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan merupakan langkah-langkah dari suatu analisa penulisan yang dimaksudkan untuk memudahkan dalam mempelajari bagian-bagian dari

seluruh rangkaian penulisan, memahami karakteristik tiap-tiap bagian, hubungan antara satu bagian dengan bagian yang lain sehingga didapatkan susunan seluruh bagian secara garis besar berupa isi laporan. Sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat serta sistematika penulisan

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi uraian yang menjelaskan mengenai istilah yang digunakan dalam judul yaitu: bisnis/dunia usaha *real estate* dan metode yang digunakan dalam pengambilan keputusan, yaitu *Goal Programming*

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan langkah-langkah penelitian yang ditempuh penulis sesuai metodologi yang berlaku.

BAB IV PENGEMBANGAN MODEL dan PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini diuraikan tentang pengumpulan data, pengolahan data, dan hal-hal yang terkait dengan pengembangan model yang relevan dari metode yang digunakan. Kemudian dijelaskan pula penetapan variabel keputusan, perumusan fungsi kendala, perumusan fungsi tujuan, penentuan prioritas dan perumusan fungsi pencapaian.

BAB V ANALISA dan INTERPRETASI

Pada bab ini penulis menganalisa dan membahas hasil yang telah diperoleh. Di sini pembahasan juga meliputi interpretasi terhadap hasil dan penyesuaian dengan kondisi aktual.

BAB VI KESIMPULAN dan SARAN

Pada bab ini penulis menarik kesimpulan hasil analisa dan interpretasi sebagai pembuktian perumusan masalah, setelah langkah-langkah analisa dilakukan dan diselesaikan melalui pemakaian model *goal programming*. Kemudian menuliskan saran-saran sehubungan dengan ini.

BAB II

LANDASAN TEORI

Keputusan merupakan suatu pemecahan masalah untuk suatu tujuan yang ingin dicapai. Untuk itu diperlukan proses. Proses untuk mengambil keputusan adalah salah satu sumber masalah terbesar yang dihadapi oleh seorang manajer atau seorang pengusaha. Proses ini dapat membuat mereka tidak terfokus dalam pekerjaan, bahkan dapat mempengaruhi hubungan pribadinya. Jika merenungkan akibat-akibat yang mungkin timbul dari keputusan yang salah, hal itu dapat lebih mengusik mereka daripada dampak yang ditimbulkan dari keputusan itu.

Pengambilan keputusan merupakan fungsi utama dari seorang manajer dalam suatu perusahaan. Kegiatan pengambilan keputusan ini sering menjadi kegelisahan tersendiri bagi manajer dalam suatu perusahaan, sebab keputusan yang telah dibuat akan mengikat seluruh komponen dalam perusahaan untuk melaksanakan hasil keputusan tersebut.

Pengambilan keputusan merupakan suatu proses pemilihan alternatif terbaik dari beberapa alternatif secara sistematis untuk ditindaklanjuti (digunakan) sebagai suatu cara pemecahan masalah.

Agar pengambilan keputusan dapat lebih terarah, maka perlu diketahui unsur-unsur / komponen-komponen dari pengambilan keputusan itu. Salah satunya adalah tujuan pengambilan keputusan itu. Sebelum membuat keputusan, tujuan harus dijelaskan lebih dulu, untuk apa keputusan dibuat. Dalam menetapkan tujuan harus

dilihat kemampuan untuk memenuhi tujuan yang diinginkan. Menurut *Kamaluddin (2003)*, tujuan pengambilan keputusan dapat dibedakan atas dua, yaitu: tujuan yang bersifat tunggal dan yang bersifat ganda. Tujuan pengambilan keputusan yang bersifat tunggal terjadi apabila keputusan yang dihasilkan hanya menyangkut satu masalah, artinya bahwa sekali diputuskan tidak akan ada kaitannya dengan masalah lain. Tujuan pengambilan keputusan yang bersifat ganda terjadi apabila keputusan yang dihasilkan itu menyangkut lebih dari satu masalah, artinya bahwa satu keputusan yang diambil itu sekaligus memecahkan dua masalah (atau lebih) yang bersifat kontradiktif atau yang bersifat tidak kontradiktif.

Dalam pengambilan keputusan, perlu diingat, bahwa ada faktor-faktor yang mempengaruhinya, antara lain masalah yang menjadi penghalang untuk tercapainya tujuan, yang merupakan penyimpangan dari apa yang diharapkan, direncanakan atau dikehendaki dan harus diselesaikan. Masalah tidak selalu dapat dikenal dengan segera, ada yang memerlukan analisis, bahkan ada pula yang memerlukan riset tersendiri.

Kemudian faktor situasi, yaitu keseluruhan faktor dalam keadaan, yang berkaitan satu sama lain, dan yang secara bersama-sama memancarkan pengaruh beserta apa yang hendak diperbuat. Sebab adanya faktor-faktor konstan, yang sifatnya tidak berubah, dan faktor-faktor yang variabel, yaitu faktor-faktor yang sifatnya selalu berubah.

Proses pengambilan keputusan merupakan tahap-tahap yang harus dilalui atau digunakan untuk membuat keputusan. Tahap-tahap ini merupakan kerangka dasar, sehingga setiap tahap dapat dikembangkan lagi menjadi beberapa sub tahap yang

lebih khusus / spesifik dan lebih operasional. Sub tahap tersebut dapat disebut sebagai langkah.

Dalam kondisi pasti ini, pengambil keputusan secara pasti mengetahui apa yang akan terjadi di masa yang akan datang. Ini disebabkan karena keputusan yang akan diambil tersebut didukung oleh informasi yang lengkap, sehingga dapat diramalkan secara tepat atau eksak hasil dari tindakan.

Penyelesaian pengambilan keputusan dalam kondisi pasti ini dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa pendekatan atau teknik, di antaranya teknik program linear.

Program linear merupakan pengembangan dari aljabar linear, dikembangkan oleh ahli matematika Amerika Serikat pada tahun 1947. Pada awalnya program linear ini hanya digunakan dalam lingkungan angkatan bersenjata. Namun, karena dilihat mempunyai kegunaan dan mampu menyelesaikan persoalan-persoalan tertentu, maka teknik ini kemudian diadopsi di berbagai bidang kehidupan, seperti dalam pengambilan keputusan manajemen.

Perkembangan pemrograman linear merupakan kemajuan ilmiah yang menempati urutan yang paling penting sejak 1950. Program linear (*Linear Programming = LP*) merupakan salah satu teknik operasi riset yang digunakan paling luas dan diketahui dengan baik.

Program linear (*linear programming*) adalah suatu teknik riset operasi untuk memecahkan masalah optimasi, dalam hal ini maksimisasi dan minimisasi dengan menggunakan persamaan dan pertidaksamaan dalam upaya untuk mencari penyelesaian yang optimal dengan memperhatikan pembatas-pembatas yang ada.

Kini pemrograman linear merupakan peralatan standar yang telah menghemat ribuan atau jutaan dolar bagi banyak perusahaan, bahkan bagi perusahaan menengah, di berbagai negara industri. *Linear programming* banyak diterapkan dalam membantu menyelesaikan masalah ekonomi, industri, militer, sosial dan lain-lain. Kemudian diterapkan juga di bidang pemerintahan dan bisnis. Hasilnya, *linear programming* disadari sebagai pendekatan penyelesaian masalah yang sangat ampuh untuk analisis keputusan dalam bidang bisnis. Pemakaiannya dalam bentuk aplikasi-aplikasi yang penting. Jenis aplikasi yang paling umum mencakup masalah mengalokasikan sumber-sumber daya terbatas antara kegiatan-kegiatan yang bersaing dengan cara yang sebaik (optimal) mungkin. Masalah alokasi ini dapat muncul bilamana harus dipilih tingkat kegiatan-kegiatan tertentu yang bersaing dengan sumber-sumber daya yang terbatas yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan-kegiatan tersebut.

Pemrograman linear memakai suatu model matematis untuk menggambarkan masalah yang dihadapi. Oleh karena itu merupakan metode matematik dalam mengalokasikan sumber daya yang langka untuk mencapai tujuan tunggal seperti memaksimalkan keuntungan atau meminimumkan biaya produksi dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada. Pembahasan berbagai permasalahan pemrograman linear yang dilakukan hanya mencari solusi satu tujuan saja. Kata sifat *linear* berarti bahwa semua fungsi matematis dalam model ini harus merupakan fungsi-fungsi linear. Kata pemrograman di sini merupakan sinonim untuk kata *perencanaan*. Jadi, membuat pemrograman linear adalah membuat rencana kegiatan-kegiatan untuk memperoleh hasil yang optimal, ialah suatu hasil yang mencapai tujuan yang ditentukan dengan cara yang paling baik (sesuai model

matematis) di antara semua alternatif yang mungkin. *Linear programming* berkaitan dengan penyelesaian suatu dunia nyata sebagai suatu model matematik yang terdiri atas sebuah fungsi tujuan linear dan sistem kendala linear. Pemrograman linear mempunyai banyak aplikasi penting. Sebenarnya, setiap masalah yang model matematisnya sesuai dengan format umum bagi pemrograman linear merupakan masalah pemrograman linear. Agar suatu masalah dapat diselesaikan dengan teknik program linear, maka ada beberapa syarat yang terpenuhi.

Secara umum, model matematika program linear dapat dibedakan atas dua, yaitu sebagai berikut.

1. *Memaksimumkan fungsi obyektif (fungsi tujuan)*

$$\text{Fungsi tujuan: } Z = C_1x_1 + C_2x_2 + \dots + C_nx_n$$

$$\text{Atau: } Z = \sum_{j=1}^n C_jx_j$$

Pembatas-pembatas:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2$$

.

.

.

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m$$

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$$

atau

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq b_i, i = 1, 2, \dots, m \text{ dan } x_j \geq 0$$

Keterangan:

C_j = koefisien x_j pada Z

x_j = variabel keputusan

2. *Meminimumkan fungsi obyektif*

$$\text{Fungsi tujuan : } Z = \sum_{j=1}^n C_j x_j$$

$$\text{Pembatas : } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i, x_j \geq 0 \text{ [1].}$$

Pada kenyataannya, dalam kehidupan sehari-hari, tidak jarang ditemukan suatu permasalahan yang mempunyai tujuan ganda, terlebih-lebih dalam dunia usaha yang makin kompleks seperti situasi saat ini. Sering kali suatu perusahaan mempunyai banyak tujuan, seperti juga usaha *real estate*. Bagaimana perusahaan dapat mencapai semuanya secara optimal pada waktu bersamaan berdasarkan kendala-kendala yang dimiliki perusahaan itu.

Metode yang dapat digunakan untuk memodel suatu masalah yang mempunyai banyak tujuan adalah pemrograman tujuan ganda (*Goal Programming*). Solusi metode ini merupakan solusi optimal dari banyak target yang sekaligus merupakan solusi optimal sistem yang sedang dianalisis. Jadi untuk mengatasi masalah banyak tujuan dengan kemungkinan adanya tujuan-tujuan yang saling berbenturan dan tidak dapat diperbandingkan dipakai teknik operasi riset yang dinamakan *Goal Programming* tersebut.

2.1 *REAL ESTATE*

Perkembangan sektor *real estate* di Indonesia menampakkan tanda-tanda yang positif akhir-akhir ini. Kembalinya arus investasi di bidang usaha *real estate* ini dapat dilihat terutama di kota-kota besar dan juga ke daerah urban. Di kota-kota besar mendirikan apartemen, kondominium, dan *rental office*, bangunan komersial seperti pusat perbelanjaan, *cluster hunian elite* dan lain-lain. Yang dimaksud dengan *cluster* adalah kelompok bangunan. Biasanya developer membagi sebuah *site plan* kawasan propertinya menjadi beberapa bagian, dengan tujuan utama untuk segmentasi pengelompokan bangunan berdasarkan tipe dan luasannya. Yang dimaksud dengan *site plan* (=rencana tapak) adalah gambar dua dimensi yang menunjukkan detail dari rencana yang akan dilakukan terhadap sebuah kavling tanah, baik menyangkut rencana jalan, utilitas air bersih, listrik, air kotor, fasilitas umum dan fasilitas sosial, serta *cluster-cluster* yang direncanakan. Sedangkan di daerah urban membangun hunian-hunian kelas menengah dan perumahan rakyat. Yang dimaksud urban adalah daerah pinggiran kota, biasanya merupakan daerah penyangga dari sebuah pusat kota.

Para pengembang biasanya mengubah konsep strategi investasinya dari model pascabayar menjadi *presale strategy*. Kalau pada saat sebelum krisis ekonomi sekitar tahun 1997 konsumen membeli rumah yang telah selesai dibangun, kini konsumen diharuskan membayarkan sejumlah nominal terlebih dahulu sebagai tanda jadi sebelum rumah tersebut mulai dibangun.

Sebuah perubahan strategi telah terjadi. Strategi diartikan sebagai tindakan untuk mengantisipasi suatu masalah yang disusun dengan perencanaan dan tujuan yang matang untuk memperoleh hasil yang diharapkan.

Real estate merupakan salah satu bentuk dari asset. Sebagai salah satu bentuk asset, *real estate* telah mengalami perkembangan seiring dengan munculnya berbagai teknologi dan informasi yang terjadi di seluruh penjuru dunia, termasuk Indonesia.

Menurut *Andie A. Wicaksono (2005)*, *real estate* adalah hak untuk memiliki sebidang tanah dan memanfaatkan apa saja yang ada di dalamnya. Usaha *real estate* pada dasarnya adalah usaha yang berhubungan dengan soal-soal tanah termasuk segala kegiatan yang dilakukan di dalamnya. Jadi lebih mengacu kepada pengolahan atas sebidang tanah dan aturan-aturan untuk memiliki dan memanfaatkan tanah itu. Hal itu tidak terbatas pada permukaan tanahnya saja, tetapi meliputi juga bagian bawah tanah tersebut [11]. Jadi, pada prinsipnya *real estate* adalah kepemilikan atau hak untuk memiliki sebidang tanah dan memanfaatkan apa saja yang ada di dalamnya.

Real estate merupakan bisnis berskala kecil dan besar, yang berupa: apartemen, pusat perbelanjaan, pertokoan, ruko, properti industri, rumah tinggal keluarga, dan lain-lain. Di Indonesia, orang sering mengartikan *real estate* hanya dalam bentuk bangunan yang mewah, megah, dan dimiliki oleh golongan menengah ke atas. Muncullah konotasi bahwa *real estate* adalah bangunan mewah. Kesalahan tanggapan tersebut disebabkan oleh istilah dan penamaan *real estate* yang lebih sering digunakan oleh kalangan pengembang perumahan di Indonesia terhadap model dan jenis rumah dari golongan mewah. Dan pengistilahan *real estate* terhadap model bangunan mewah ini memang bertujuan untuk meningkatkan citra dari bangunan atau kompleks perumahan tersebut. Namun perwujudan *real estate* tidak hanya berupa kepemilikan hunian mewah saja, tetapi juga hunian bagi masyarakat menengah ke bawah. Pada esensinya, *real estate* adalah hak untuk memiliki

sebidang tanah dan memanfaatkan apa saja yang ada di dalamnya, segala sesuatu yang terdapat di atasnya juga yang dapat diolah dan dimanfaatkan. Jadi pada dasarnya, sepetak tanah pun dapat disebut sebagai sebuah *real estate*.

Yang dimaksud dengan hak untuk memiliki sebidang tanah dalam usaha *real estate* adalah tidak mutlak. Sebab tanah tidak benar-benar dapat dimiliki menjadi sebuah *real estate* walau telah dilakukan perjanjian jual-beli sekalipun. Meskipun sebidang tanah telah terbeli, tetapi kenyataannya adalah kepemilikan tanah tersebut tetap oleh pemerintah. Meskipun nama seseorang tertulis di atas lembaran sertifikat tanah, tetap ia harus membayar pajak atas tanah itu kepada pemerintah setiap tahunnya. Jadi sebenarnya sebuah *real estate* tidak benar-benar dapat dimiliki, tapi pemerintahlah yang menjadi pemilik *real estate* yang sebenarnya.

Pajak yang dibayarkan atas tanah ini pun berbeda-beda besarnya bergantung pada penggolongan kelas jalan yang ada di depan tanah tersebut dan peruntukan bangunan yang ada di atasnya. Pajak atas tanah yang di atasnya terdapat bangunan ruko atau kantor sewa di depan jalan provinsi misalnya, berbeda besar pembayarannya dengan sebidang tanah dengan bangunan rumah tinggal yang terletak di depan sebuah jalan lingkungan.

Pada dasarnya, terdapat empat jenis investasi *real estate* menurut bentuknya, yaitu tanah, hunian tempat tinggal, bangunan bisnis/komersial dan bangunan perkantoran. Tanah dan apa pun modelnya, seperti lahan matang dan kaveling siap bangun (kasiba) digolongkan sebagai pemanfaatan bidang tanah. Hotel dan bentuk hunian sewa lainnya seperti apartemen, kondominium, rumah susun, dan lain-lain, sebagai *real estate* digolongkan pada pemanfaatan hunian. Sedangkan mall, pusat perbelanjaan, ruko, toko kelontong, dan pusat grosir digolongkan dalam bangunan

bisnis. Dan rukan, *rental office*, *Small Office Home Office (SOHO)*, atau apa pun bentuknya digolongkan dalam pemanfaatan bangunan perkantoran.

Tanah merupakan dasar atau awal dari berbagai investasi. Tanah merupakan obyek properti yang utama. Di atas tanah tersebut dapat dibangun berbagai jenis *real estate*, baik itu berbentuk hunian, perkantoran ataupun area komersial. Secara garis besar, investasi *real estate* yang dapat dilakukan berkaitan dengan tanah ini dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu investasi pada lahan pribadi/lahan tunggal dan investasi pada kaveling siap bangun (kasiba).

Prinsip kaveling siap bangun adalah pemecahan sebidang tanah yang luas menjadi beberapa kaveling yang lebih kecil dan telah dilengkapi dengan fasilitas penunjang. Pada dasarnya, prinsip investasi kasiba adalah memecah sebidang tanah yang luas menjadi beberapa kaveling yang lebih kecil. Kasiba telah dilengkapi dengan fasilitas penunjang berupa akses jalan, fasilitas MCK, dan warung. Luas kasiba standar bervariasi antara 36 m², 45 m², 54 m², dan 70 m² dengan jalan setapak konstruksi sederhana selebar dua meter agar tidak dapat dilalui oleh kendaraan beroda empat.

Investasi di bidang kasiba ini, karena telah dilengkapi dengan sarana dan prasarana penunjang, sudah tentu akan mendatangkan keuntungan. Manajemen investasi *real estate* pada kasiba ini pada dasarnya bagaimana cara mengolah/membagi lahan menjadi petak-petak, membangun konstruksi jalan dan fasilitas penunjang, dan kemudian perhitungan terhadap pendapatan yang dibayarkan oleh pembeli.

Istilah kasiba/ksb (kaveling siap bangun) semakin marak terdengar akhir-akhir ini. Investasi pada kaveling siap bangun berbeda dengan investasi pada lahan perorangan. Masing-masing memiliki keuntungan dan kerugian tersendiri.

Semua orang pasti mengharapkan bangunan tempat tinggalnya (hunian) menjadi tempat yang menyenangkan untuk dilihat dan dinikmati, khususnya bagi diri sendiri dan keluarga. Rumah tinggal dalam hidup manusia mempunyai arti dan makna yang dalam, kesejahteraan, kepribadian, dan peradaban manusia penghuninya. Hunian ini bisa merupakan hunian satu lantai, hunian bertingkat, rumah susun, apartemen, dan lain-lain. Dalam bahasan ini dikhususkan hunian satu lantai sebagai perumahan.

Tidak ada orang yang tidak bangga dengan rumahnya sendiri. Kebanggaan inilah yang merupakan fungsi dari arsitektur sebagai simbol jati diri seseorang. Ada yang ingin rumah yang kecil, mungil, simpel, minimalis dan terkesan lega sebagai tempat berkumpulnya keluarga. Ada yang menginginkan tipe yang lebih besar dan tipe rumah besar, megah, dengan taman dan tempat bermain. Orang cenderung untuk memperlakukan hal terbaik pada huniannya sebagai ungkapan jati diri termasuk dari segi tampilan dan perawatan.

2.2 GOAL PROGRAMMING (GP)

2.2.1 Konsep Dasar Goal Programming

Goal Programming merupakan pengembangan *Linear Programming (LP)*. *Goal Programming* diperkenalkan oleh Charnes dan Cooper pada awal tahun enampuluan. Teknik ini disempurnakan dan diperluas oleh Ijiri pada pertengahan tahun enampuluan, dan penjelasan yang lengkap dengan beberapa aplikasi

dikembangkan oleh Ignizio dan Lee pada tahun tujuh puluhan. Karena penyimpangan-penyimpangan dari tujuan-tujuan itu diminimumkan, sebuah model *goal programming* dapat menangani aneka ragam tujuan dengan dimensi atau satuan ukuran yang berbeda. Tujuan-tujuan yang saling bentrok juga dapat diselesaikan. Jika terdapat banyak tujuan, prioritas atau urutan ordinalnya dapat ditentukan, dan proses penyelesaian *goal programming* itu akan berjalan sedemikian rupa sehingga tujuan dengan prioritas tertinggi dipenuhi sedekat mungkin sebelum memikirkan tujuan-tujuan dengan prioritas lebih rendah. Jika *linear programming* berusaha mengidentifikasi solusi optimum dari suatu himpunan solusi layak, *goal programming* mencari titik yang paling memuaskan dari sebuah persoalan dengan beberapa tujuan [7].

Goal Programming merupakan salah satu teknik optimasi dari beberapa tujuan yang dikembangkan dari pemrograman linear dalam riset operasi.

Menurut *Jian-Bo Yang (1999)*, tujuan optimasi multiobjektif adalah untuk mengembangkan perbandingan solusi untuk mencapai semua tujuan sebesar mungkin. Sehingga semua tujuan yang telah ditentukan akan tercapai seoptimal mungkin [4].

Menurut *Mario T. Tabucanon (1988)* bahwa *goal programming* adalah suatu metode yang memerlukan informasi untuk menyelesaikan keputusan permasalahan multiobjektif. Di dalam *goal programming* yang menjadi prioritas adalah meminimisasi variabel penyimpangan daripada mengoptimalkan kriteria tujuan [10].

Pendekatan dasar dari *goal programming* yaitu untuk menetapkan suatu tujuan yang dinyatakan dengan angka tertentu untuk setiap tujuan, merumuskan suatu fungsi tujuan untuk setiap tujuan, serta mencari penyelesaian yang meminimumkan

jumlah penyimpangan-penyimpangan dari fungsi tujuan terhadap tujuan masing-masing [2].

2.2.2 Terminologi *Goal Programming*

Istilah-istilah dan lambang-lambang khusus yang digunakan dalam bidang ini harus dimengerti agar bidang yang dipelajari ini difahami dengan baik. Definisi dari beberapa istilah dan lambang yang biasa digunakan dalam *goal programming*, sebagai berikut:

1. Variabel keputusan (*decision variables*), yaitu seperangkat variabel yang tidak diketahui, yang dalam model *goal programming* dilambangkan/dinotasikan dengan x_j , dan $j=1,2,\dots,n$, yang akan dicari nilainya.
2. Nilai sisi kanan (*Right Hand Side values = RHS*) adalah nilai-nilai yang biasanya menunjukkan ketersediaan sumber daya dan yang akan ditentukan kekurangan atau kelebihan penggunaannya. Dilambangkan dengan b_i dengan $i=1, 2, \dots, m$ dan m adalah banyaknya kendala tujuan dalam model
3. Obyektif (*Objective*) adalah suatu fungsi yang diekspresikan oleh struktur variabel dengan koefisien tertentu, yang dilambangkan dengan Z . Fungsi ini untuk melihat apakah solusi telah optimal, yaitu dengan memaksimalkan atau meminimisasi.
4. *Goal* (Tujuan) merupakan tujuan yang akan dicapai. Nilai yang ingin dicapai oleh *goal* ini disebut sebagai level aspirasi pada nilai sisi kanan dari *goal* yang bersangkutan. *Goal* ada yang kaku (*hard*) dan tidak kaku (*soft*).
5. *Goal constraint*, merupakan sinonim dari istilah *goal equation*, yaitu suatu tujuan yang diekspresikan dalam persamaan matematik dengan memasukkan variabel simpangan. (kendala tujuan). Kendala tujuan ini terdiri atas seperangkat fungsi

tujuan yang kaku. *Goal* semacam ini umumnya terkait dengan keterbatasan sumber daya yang sifatnya mutlak sehingga tidak diizinkan adanya deviasi tertentu. Konsekuensi dalam penyusunan model nantinya, adalah tujuan kaku diletakkan sebagai prioritas pertama.

6. Faktor urutan prioritas (*preemptive priority factor*) adalah suatu sistem urutan yang biasanya dilambangkan dengan P_k , $k=1,2,\dots,K$ dan K yang menunjukkan banyaknya tujuan yang akan diidentifikasi di dalam model, yang memungkinkan tujuan-tujuan disusun secara ordinal dalam model *goal programming*. Sistem urutan itu, bila tujuan-tujuan lebih dari satu, menempatkan tujuan-tujuan dalam susunan dengan urutan prioritas seperti berikut:

$$P_1 > P_2 > \dots > P_k$$

P_1 merupakan tujuan yang paling penting.

P_2 merupakan tujuan yang kurang penting dan seterusnya.

7. Variabel deviasi (*deviational variable*) adalah variabel yang menunjukkan kemungkinan penyimpangan negatif (d_i^-) dan penyimpangan positif (d_i^+) dari nilai sisi kanan (*RHS*). Jelasnya kendala tujuan atau penyimpangan negatif (dilambangkan dengan d_i^-) dan penyimpangan positif dari suatu nilai *RHS* (dilambangkan dengan d_i^+). Dan variabel-variabel ini serupa dengan *slack variable* dalam *linear programming*. (Variabel simpangan).
8. Bobot yaitu perbedaan bobot dari variabel-variabel deviasi dalam prioritas yang sama. Ini merupakan timbangan matematik yang diekspresikan dengan angka kardinal (dilambangkan dengan w_{ki} dengan $k=1,2,\dots,K$, $i=1,2,\dots,m$) dan digunakan untuk membedakan variabel simpangan i di dalam suatu tingkat

prioritas k . Bobot ini diperoleh dari *opportunity cost* yang menunjukkan jumlah relatif deviasi dari sasaran yang tidak terpenuhi.

9. Koefisien teknologi (*technological coefficient*) yaitu nilai-nilai numerik dengan lambang a_{ij} yang menunjukkan penggunaan nilai b_i , per unit untuk menghasilkan x_j .

2.2.3 Unsur-unsur *Goal Programming* (GP)

Setiap model *goal programming* paling sedikit terdiri dari tiga komponen, yaitu, sebuah fungsi tujuan, kendala-kendala tujuan, dan kendala non negatif.

1. Fungsi Tujuan

Ada tiga jenis fungsi tujuan dalam *goal programming*, yaitu:

- a. Minimumkan $Z = \sum_{i=1}^m (d_i^- + d_i^+)$

Digunakan jika variabel simpangan dalam suatu masalah tidak dibedakan menurut prioritas atau bobot.

- b. Minimumkan $Z = \sum_{i=1}^m P_k (d_i^- + d_i^+)$ untuk $k = 1, 2, \dots, K$

Digunakan dalam suatu masalah yang urutan tujuan-tujuannya diperlukan, tetapi variabel simpangan di dalam setiap tingkat prioritas memiliki kepentingan yang sama.

- c. Minimumkan $Z = \sum_{i=1}^m W_{ki} P_k (d_i^- + d_i^+)$ untuk $k = 1, 2, \dots, K$

Tujuan-tujuan diurutkan dan variabel simpangan pada setiap tingkat prioritas dibedakan dengan menggunakan bobot yang berlainan W_{ki} .

Jadi fungsi tujuan yang akan digunakan bergantung pada situasi masalahnya.

Dalam model *goal programming* tidak ditemukan variabel keputusan pada fungsi tujuan. Oleh karena itu masih perlu dicari apa yang dilakukan model *linear programming*, nilai x_j yang tidak diketahui, secara tidak langsung melalui minimisasi simpangan negatif dan positif dari nilai *RHS* kendala tujuan. Sedangkan *linear programming* mencari nilai solusi x_j , secara langsung melalui minimisasi penyimpangan-penyimpangan nilai *RHS* nya.

2. Kendala Tujuan

Seperti diuraikan dalam tabel di bawah ini, bahwa, ada enam jenis kendala tujuan yang berlainan. Terlihat bahwa setiap jenis kendala tujuan harus mempunyai satu atau dua variabel simpangan yang ditempatkan pada fungsi tujuan. Dan maksud setiap jenis kendala itu ditentukan oleh hubungannya dengan fungsi tujuan. Dimungkinkan adanya kendala-kendala yang tidak memiliki variabel simpangan, sama seperti kendala-kendala persamaan linear.

Tabel 2.1 Jenis-jenis kendala tujuan

Kendala Tujuan	Variabel Simpangan Dalam Fungsi Tujuan	Kemungkinan Simpangan	Penggunaan Nilai <i>RHS</i> yang Diinginkan
$a_{ij}x_j + d_i^- = b_i$	d_i^-	negatif	$= b_i$
$a_{ij}x_j - d_i^+ = b_i$	d_i^+	positif	$= b_i$
$a_{ij}x_j + d_i^- - d_i^+ = b_i$	d_i^-	neg dan pos	b_i atau lebih
$a_{ij}x_j + d_i^- - d_i^+ = b_i$	d_i^+	neg dan pos	b_i atau kurang
$a_{ij}x_j + d_i^- - d_i^+ = b_i$	d_i^- dan d_i^+	neg dan pos	$= b_i$
$a_{ij}x_j - d_i^+ = b_i$	d_i^+ (artf.)	Tidak ada	pas $= b_i$

Sumber : Mulyono, 2004.

Persamaan pertama pada tabel maknanya serupa dengan kendala pertidaksamaan \leq dalam masalah program linier maksimisasi. Persamaan kedua maknanya serupa dengan kendala pertidaksamaan \geq pada masalah program linier minimisasi. Persamaan ketiga, keempat dan kelima semuanya memperbolehkan penyimpangan dua arah, tetapi persamaan kelima mencari penggunaan sumber daya yang diinginkan sama dengan b_i . Ini serupa dengan kendala persamaan dalam *linear programming*, tetapi tidak menempel pada solusi karena dimungkinkan adanya penyimpangan negatif dan positif. Pada persamaan keenam, jika kendala persamaan dianggap perlu dalam perumusan model *goal programming*, dengan menempatkan sebuah *artificial variable* d_i^+ . Persamaan ketiga dan keempat memperbolehkan adanya penyimpangan positif dan negatif dari nilai *RHS*-nya. Dalam kendala *linear programming* tak ada pembanding untuk persamaan ketiga dan keempat.

3. Kendala Non-Negatif

Variabel-variabel model *goal programming* biasanya bernilai lebih besar atau sama dengan nol, seperti dalam *linear programming*. Semua model *goal programming* terdiri dari variabel simpangan dan variabel keputusan, sehingga pernyataan non negatif dilambangkan sebagai $x_j, d_i^-, d_i^+ \geq 0$.

4. Kendala Struktural(kaku)

Di samping ketiga komponen yang telah disebutkan itu, dalam model *goal programming* kadang-kadang terdapat komponen yang lain. Kendala struktural artinya kendala-kendala lingkungan yang tidak berhubungan langsung dengan tujuan-tujuan masalah yang dipelajari. Variabel simpangan tidak dimasukkan

dalam kendala ini, karena itu, kendala ini tidak diikutsertakan dalam fungsi tujuan [7].

2.2.4 Macam-macam Goal Programming

Ada tiga tipe umum dari *goal programming*, yaitu *non-preemptive Goal Programming*, *non-archimedean Goal Programming/lexicographic Goal Programming/preemptive Goal Programming*, dan *Archimedean Goal Programming/weighted Goal Programming*. Untuk selanjutnya tipe pertama disebut tujuan tanpa prioritas, tipe kedua tujuan dengan prioritas, dan tipe ketiga tujuan dengan prioritas dan bobot.

1. Tujuan tanpa prioritas

Biasa juga disebut *non-preemptive goal programming* (tidak preemptif), yaitu semua tujuan kurang lebih sama pentingnya. Meskipun model banyak tujuan tanpa prioritas mudah penanganannya, ia kurang memiliki arti praktis.

2. Tujuan dengan prioritas

Disebut juga *preemptive goal programming*, karena terdapat urutan tingkat prioritas tujuan-tujuan tersebut. Jika pemilik mempertimbangkan banyak tujuan, biasanya memiliki skala prioritas untuk tujuan-tujuan itu. *Goal programming* memberikan urutan preferensi tujuan melalui penggunaan koefisien prioritas (P). Tujuan (variabel simpangan) yang memiliki prioritas pertama diberi nilai fungsi tujuan P_1 , tujuan dengan prioritas kedua diberi nilai P_2 , proses ini diteruskan sampai semua tujuan telah diurutkan. Koefisien P_1 , P_2 , dan seterusnya bukan merupakan parameter atau variabel. Pada umumnya mereka bukan suatu nilai angka, mereka hanya menunjukkan tingkat prioritas. Karena koefisien prioritas muncul pada fungsi tujuan, algoritma simpleks biasa tak dapat digunakan untuk

menyelesaikan masalah itu. Namun, metode simpleks dapat dimodifikasi untuk menangani koefisien prioritas dan menjamin bahwa penyimpangan bagi tujuan dengan prioritas pertama diminimumkan sebelum prioritas yang lebih rendah diperhatikan. Pada tipe ini tidak mengharuskan adanya bobot pada tujuan-tujuannya. Mungkin saja pihak pengambil keputusan tidak dapat menentukan bobot untuk tujuan tersebut, tetapi hanya dapat menentukan ranking atau prioritas.

3. Tujuan dengan prioritas dan bobot

Disebut juga *weighted goal programming*. Dua masalah tujuan banyak sebelumnya memiliki indeks prioritas yang sama. Kadang-kadang dihadapkan pada beberapa tujuan dengan urutan yang sama adalah lebih penting dibanding tujuan-tujuan lain. Oleh karena itu digunakan bobot yang berlainan untuk menunjukkan perbedaan kepentingan dalam tingkat prioritas yang sama.

2.2.5 Kelebihan dan Kelemahan Model *Goal Programming*

Secara umum, kelebihan *goal programming* adalah:

- Setiap tujuan direpresentasikan dalam model (penggabungan tujuan menjadi tujuan tunggal dihindari)
- Semua tujuan dapat dimasukkan dalam model baik tujuan kaku maupun tujuan tidak kaku
- Pengambil keputusan didorong untuk mengestimasi level aspirasi tujuan-tujuan dalam model. Hal ini memberikan pertimbangan lebih mendalam dalam penyusunan model

- Pendekatan ini dapat diaplikasikan dalam lingkup permasalahan yang penting dan praktis termasuk perkiraan dan pengujian suatu kurva, pengenalan dan klasifikasi pola, dan analisa kluster
- Dapat diselesaikan dengan algoritma atau software *linear programming*.
Beberapa kelemahan yang dimiliki oleh *goal programming* adalah:
 - Perlu waktu lebih untuk membentuk model (di sisi lain dapat disebut sebagai keuntungan karena model dipertimbangkan lebih mendalam)
 - Keterlibatan pengambil keputusan lebih banyak berkaitan dengan penetapan level aspirasi, prioritas, bobot, dan lain-lain (sebagaimana penjelasan poin di atas bahwa hal ini dapat dipandang sebagai keuntungan)
 - Pertimbangan yang sifatnya subyektif terhadap penetapan prioritas dan bobot.

2.2.6 Perumusan Model *Goal Programming*

Langkah-langkah perumusan *goal programming* adalah sebagai berikut:

1. Menentukan variabel keputusan

Makin tepat definisi variabel keputusan maka makin mudah dalam pengembangan model.

2. Memformulasikan fungsi tujuan yang meliputi:

a Menentukan tujuan yang berasal dari kemungkinan:

i. keinginan / aspirasi pengambil keputusan

ii. keterbatasan sumber daya

iii. batasan-batasan lain yang secara eksplisit/implisit dimasukkan dalam variabel keputusan, seperti kebutuhan fisik yang menspesifikasikan variabel non negatif, kebutuhan kontraktual yang menspesifikasikan variabel harus sama atau kurang atau lebih dari nilai yang diharapkan.

b Meminimumkan jumlah tujuan

Hal ini mungkin, jika pencapaian suatu tujuan akan memuaskan/mendominasi pencapaian tujuan lain. Pendekatan lain adalah eliminasi tujuan yang minor/sepele. Alternatif ini lebih menghemat waktu dan mempola pengambil keputusan untuk menyusun model yang mendekati realita.

c Menyusun persamaan matematis

Sasaran / tujuan dinyatakan dengan b_i , di mana tiap fungsi tujuan harus dinyatakan sebagai fungsi dari variabel keputusan yaitu:

$$f_i(\bar{x}) = f_i(x_1, x_2, \dots, x_j)$$

$f_i(\bar{x})$ = fungsi dari variabel keputusan yang berkaitan dengan tujuan ke- i .

Tiap fungsi tujuan akan berkaitan dengan nilai sebelah kanan (*RHS values*) b_i ,

yaitu $f_i(\bar{x}) \begin{cases} \geq \\ = \\ \leq \end{cases} b_i$ kemudian mengubah bentuk hubungan di atas menjadi

bentuk *goal programming* dengan memasukkan variabel deviasi negatif

(d_i^-) dan variabel deviasi positif (d_i^+):

$$f_i(\bar{x}) = f_i(x_1, x_2, \dots, x_j) + d_i^- - d_i^+ = b_i$$

3. Menentukan tujuan kaku

Tujuan kaku merupakan target utama yang harus dipenuhi dalam rangka pemenuhan target berikutnya. Tujuan kaku ini berupa kendala sistem yang tidak diijinkan adanya deviasi.

4. Menentukan prioritas

Tujuan-tujuan tidak kaku dikelompokkan sesuai dengan tingkat prioritasnya. Dalam satu prioritas boleh terdiri atas satu atau lebih tujuan. Pemilihan prioritas

ini biasanya dibuat oleh pengambil keputusan atau bersama-sama dengan pihak penganalisis. Hanya tujuan-tujuan yang sepadan yang dapat dikelompokkan dalam prioritas yang sama hanya bila mereka dapat dinyatakan dalam satu satuan pengukuran yang umum.

5. Menentukan bobot

Yaitu membuat urutan tujuan yang ada, jika tidak diperlukan lewat langkah ini.

6. Menyusun fungsi pencapaian

Terdapat tiga kemungkinan dalam minimasi variabel deviasi berkaitan dengan fungsi tujuan yang telah disusun

Tabel 2.2 Pemrosesan Tujuan

Bentuk tujuan	Bentuk <i>goal programming</i>	Deviasi yang akan diminimumkan
$f_i(\bar{x}) \geq b_i$	$f_i(\bar{x}) + d_i^- - d_i^+ = b_i$	d_i^-
$f_i(\bar{x}) \leq b_i$	$f_i(\bar{x}) + d_i^- - d_i^+ = b_i$	d_i^+
$f_i(\bar{x}) = b_i$	$f_i(\bar{x}) + d_i^- - d_i^+ = b_i$	$d_i^- + d_i^+$

Sumber : Rahayu, 1999

Kemudian menghubungkan tiap tujuan dengan prioritas yang lebih dulu (*preemptive priority*) yaitu P_1, P_2, \dots, P_k . Fungsi pencapaian berbentuk

$$\min Z = \{P_1 | g_1(d_1^-, d_1^+), \dots, P_k | g_k(d_i^-, d_i^+)\}$$

Perlu diingat bahwa jumlah prioritas \leq jumlah tujuan

7. Menyatakan keperluan non-negatif

Langkah ini merupakan bagian resmi dari perumusan masalah *goal programming* yakni variabel keputusan dan variabel deviasi adalah non-negatif [9].

2.2.7 Model Umum *Goal Programming*

Bentuk umum dari persoalan program tujuan ganda (*Goal Programming*) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Mencari } \bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_j) \quad \dots (2.1)$$

yang meminimumkan fungsi pencapaian (Z)

$$\min Z = \{P_1 | g_1(d_1^-, d_1^+), \dots, P_k | g_k(d_i^-, d_i^+)\} \quad \dots (2.2)$$

sedemikian rupa sehingga dipenuhi fungsi tujuan

$$f_i(\bar{x}) + d_i^- - d_i^+ = b_i \quad \dots (2.3)$$

$$\bar{x}, d_i^-, d_i^+ \geq 0 \quad \dots (2.4)$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

Keterangan : x_j = *decision variables* (variabel keputusan)

j = 1, 2, ..., n dan n menyatakan jumlah dari variabel keputusan

Z = fungsi pencapaian

$g_k(d_i^-, d_i^+)$ = fungsi dari variabel-variabel deviasi yang berkaitan dengan tujuan / kendala pada tingkat prioritas ke- k

d_i^+ = *deviational variables*, variabel yang menunjukkan kemungkinan penyimpangan positif dari nilai sisi kanan (*Right Hand Side values = RHS*)

d_i^- = *deviational variables*, variabel yang menunjukkan kemungkinan penyimpangan negatif dari nilai sisi kanan (*Right Hand Side values = RHS*)

i = 1, 2, ..., m dan m adalah banyaknya kendala tujuan dalam model

k = 1, 2, ..., K dan K menunjukkan banyaknya tujuan dalam model

BAB III

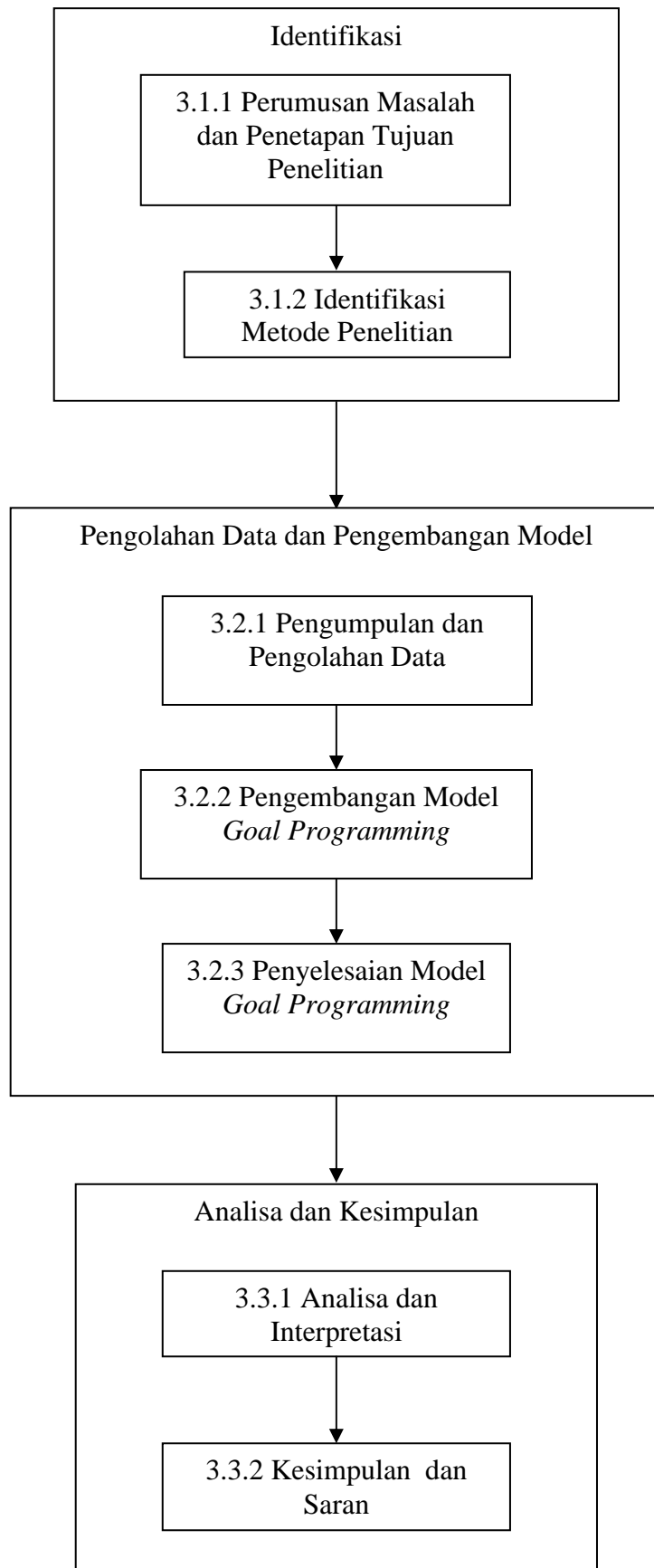
METODOLOGI PENELITIAN

Ada dua jenis penelitian yang penulis gunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, yaitu penelitian normatif dan penelitian empiris.

Penelitian normatif ialah kepustakaan (*library research*), adalah penelitian yang dilakukan dengan menghimpunkan data dari berbagai literatur, baik di perpustakaan maupun di tempat lain. Literatur yang dipergunakan tidak terbatas hanya pada buku-buku, tetapi dapat juga berupa bahan-bahan dokumentasi, majalah-majalah, koran-koran dan lain-lain.

Penelitian empiris adalah pendekatan untuk memperoleh pengetahuan dari hasil pengamatan terhadap fenomena yang terjadi (*external process*). Menurut pendekatan empiris, pengetahuan didasarkan atas fakta-fakta yang diperoleh dari hasil penelitian dan observasi. Dan salah satu bagian dari pendekatan empiris adalah metode ilmiah.

Metodologi penelitian ini terdiri atas tahapan-tahapan proses penelitian atau urutan-urutan langkah yang akan dilakukan dalam menjalankan penelitian., agar penelitian terarah dan teratur sesuai dengan tujuan yang dicapai. Adapun kerangka tahapan yang digunakan dalam penelitian ini digambarkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Kerangka Tahapan Penelitian

3.1 TAHAP IDENTIFIKASI

3.1.1 Perumusan Masalah dan Penetapan Tujuan Penelitian

Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah merumuskan masalah dan menetapkan tujuan penelitian berdasar atas tinjauan pustaka. Hal ini dikaitkan dengan pengetahuan awal bahwasannya usaha *real estate* kerap menghadapi berbagai masalah dalam pengambilan keputusan untuk memaksimalkan keuntungan. Selanjutnya dilakukan peninjauan awal untuk memahami kondisi yang ada sehingga dapat disusun suatu perumusan masalah dan tujuan penelitian secara jelas.

3.1.2 Identifikasi Metode Penelitian

Tahapan ini bertujuan untuk memilih metode yang digunakan dalam mencapai tujuan penelitian sesuai dengan obyek yang diteliti. Adanya multi sasaran yang ditetapkan oleh pengambil keputusan dalam rancang bangun yang akan datang memerlukan suatu metode yang dapat mengatasi keadaan tersebut. Metode yang digunakan adalah *Goal Programming (GP)*.

3.2 TAHAP PENGOLAHAN DATA DAN PENGEMBANGAN MODEL

3.2.1 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Mengumpulkan berbagai macam data yang mendukung dalam penyelesaian permasalahan. Data tersebut dikumpulkan dengan cara:

- a. Mengambil data sekunder dari PT. Panca Teja Sentana berupa data prosentase luas tanah yang digunakan, harga jual rumah masing-masing tipe serta biaya-biaya yang dikeluarkan (biaya pembangunan, biaya penjarangan, biaya perijinan, biaya notaris, biaya beli tanah *real estate*, biaya pembuatan jalan dan saluran).

- b. Wawancara dengan pemilik perusahaan untuk mendapatkan gambaran dan informasi sistem perusahaan *real estate* tersebut.

Kemudian penulis mengolah data yang diperoleh dari PT. Panca Teja Sentana tersebut dengan mengelompokkan data sesuai dengan kendala-kendala yang diperlukan dalam pengembangan model, serta fungsi tujuan yang ingin dicapai.

3.2.2 Pengembangan Model *Goal Programming*

Bagian ini menguraikan berbagai pengembangan model *goal programming* dan upaya memperoleh alternatif perencanaan yang lebih baik dalam mencapai solusi efisien terhadap multi sasaran yang ditetapkan oleh pihak pengambil keputusan.

3.2.3 Penyelesaian Model *Goal Programming*

Penyelesaian model *goal programming* dilakukan dengan beberapa cara, di antaranya metode simpleks dan program komputer (program *Linear INteractive Discrete Optimizer = LINDO*).

3.3 TAHAP ANALISA DAN KESIMPULAN

3.3.1 Analisa dan Interpretasi

Analisa dan interpretasi terhadap hasil *goal programming*. Pertama, membandingkan antara target dan hasil pencapaian model. Di dalamnya tercakup upaya untuk mengetahui sumber penyimpangan deviasi terhadap target yang tidak tercapai. Di sini juga diuraikan analisa umum penetapan ukuran tanah untuk tiap tipe hunian dan penetapan bagian tipe.

3.3.2 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan berisi tentang poin-poin hasil analisa dan interpretasi sebagai pembuktian perumusan masalah, setelah langkah-langkah analisa dilakukan dan diselesaikan melalui pemakaian model *goal programming*.

Saran disusun untuk memberi masukan bagi pihak-pihak terkait dalam berbagai hal dan merekomendasikan penggunaan *goal programming*.

BAB IV

PENGEMBANGAN MODEL dan PENGOLAHAN DATA

4.1 PENGEMBANGAN MODEL

Pengembangan model *goal programming* ini ditujukan untuk menyusun suatu model matematis yang mampu mengatasi realita yang ada. Tahap ini dapat mengubah (aktivitas proses) peralatan pengambilan keputusan antar hubungan model matematik, riset yang dapat menjadi (output proses) model yang berfungsi di bawah batasan lingkungan yang telah ditetapkan. Arah memaksimalkan keuntungan terdiri atas multi sasaran yang harus diterjemahkan dalam perencanaan yang lebih teknis. Disebutkan bahwa salah satu upaya pencapaian tujuan tersebut adalah melalui pengembangan penentuan jumlah tipe hunian. Dalam penelitian ini diterjemahkan sebagai pembagian jumlah tipe hunian dengan mempertimbangkan multi tujuan. Sebelum merumuskan model, perlu diketahui bahwa model *goal programming* memerlukan sejumlah asumsi. *Goal programming* bukan merupakan model yang cocok untuk masalah yang sedang dipelajari apabila dalam membuat model dari suatu masalah tertentu asumsi-asumsi tersebut tidak dapat dipenuhi. Jadi asumsi model membatasi penerapan *goal programming*.

Agar mengerti bagaimana merumuskan suatu masalah *goal programming*, perlu menerapkan prosedur rumusan itu pada beberapa situasi persoalan yang berlainan. Perumusan suatu masalah *goal programming* sangat mirip dengan perumusan sebuah masalah *linear programming*. Penjelasan variabel keputusan x_j ,

dan nilai sisi kanan b_i , diperlukan dalam hal ini, dan merupakan pengembangan model dalam permasalahan yang ada. Dalam mengolah data agar dapat membentuk suatu model *goal programming* dan mengetahui solusi dari variabel-variabel keputusan, ada tahapan-tahapan yang harus diikuti yaitu:

4.1.1 Menentukan Variabel Keputusan

Pada tahap ini difokuskan pada perbandingan jumlah tipe rumah dan keuntungan perusahaan serta hubungan yang terjadi pada kedua hal tersebut. Oleh karena itu variabel keputusan yang digunakan dalam model didefinisikan sebagai x_j , $j=1, \dots, 4$, yaitu menyatakan jumlah tipe hunian ke- j yang harus dibangun. Jadi kuncinya adalah menyatakan dengan jelas variabel keputusan yang tak diketahui. Makin tepat definisi variabel keputusan maka makin mudah pekerjaan permodelan yang lain dalam pengembangan model.

Tabel 4.1 Simbol dalam Variabel Keputusan

Simbol j	Jenis Tipe Hunian
1	Hunian tipe 36
2	Hunian tipe 45
3	Hunian tipe 54
4	Hunian tipe 70

Sumber : hasil pengolahan sendiri dari penulis

4.1.2 Perumusan Sistem Kendala.

Tujuan tahap ini adalah untuk mendapatkan solusi optimal yang dapat diimplementasikan. Kuncinya pertama adalah menentukan nilai-nilai sisi kanan dan kemudian menentukan koefisien teknologi yang cocok dan variabel keputusan yang diikutsertakan dalam kendala. Juga perhatikan jenis penyimpangan yang diperbolehkan dari nilai *RHS*. Jika penyimpangan diperbolehkan dalam dua arah, tempatkan kedua variabel simpangan pada kendala itu. Jika penyimpangan hanya

diperbolehkan pada satu arah, tempatkan hanya satu variabel simpangan yang tepat pada kendala yang bersangkutan.

1. Kendala Lahan

Selain keterbatasan lahan yang cocok dan dapat digunakan untuk pengembangan lahan, kendala investasi juga turut membatasi upaya pengembangan lahan perumahan. Di samping itu, berbagai peraturan penggunaan lahan tanah dapat juga membatasi upaya pengembangan ini. Lahan tersebut sebenarnya cocok letaknya, kondisinya dan berdasar berbagai kepentingan fasilitas sangat menguntungkan. Namun lahan itu sementara hanya boleh digunakan untuk pertanian, sebagai lahan yang disebut “jalur hijau”. Oleh karena itu, pengembangan lahan yang berkaitan tidak dapat dilaksanakan dengan perencanaan sebelumnya. Perencanaan baru dapat dilaksanakan berdasar lahan yang diperolehnya.

Berdasarkan perencanaan yang telah disusun maka perumusan lahan adalah sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^4 L_j x_j \leq D \quad \dots (4.1)$$

Keterangan:

L_j = luas lahan untuk rumah tipe ke-j

D = target luas total lahan yang digunakan untuk pembangunan rumah

x_j = jumlah rumah tipe ke-j

2. Peningkatan kebutuhan tempat tinggal

Adanya kesenjangan antara permintaan dan penyediaan yang ada merupakan pendorong utama upaya ini dalam penelitian dibatasi pada pembagian tipe rumah melalui perencanaan luas lahan dan tidak memasukkan faktor intensifikasi.

3. Pemenuhan kebutuhan tempat tinggal.

Kota besar merupakan sasaran dalam mencari kerja. Banyak penduduk sekitar dan juga yang berasal dari tempat jauh berduyun-duyun ke kota besar itu, dengan harapan untuk memperoleh kesempatan kerja. Bagi mereka yang berhasil mendapatkan kesempatan kerja ada kemungkinan pindah tempat tinggal ke kota itu. Pertambahan penduduk terjadi dan mereka memerlukan tempat tinggal. Dan ini merupakan kendala yang menuntut adanya pemenuhan rumah tempat tinggal.

4. Penyerapan tenaga kerja

Pembangunan rumah tinggal adalah manual dalam arti pengelolaannya secara teknis sulit dilakukan proses mekanisasi sebagaimana optimasi dalam industri. Jadi diperlukan banyak tenaga kerja bangunan. Di sisi lain, pertambahan penduduk berarti juga pertambahan usia produktif yang membutuhkan kerja semakin meningkat. Hal ini memberikan manfaat dalam tenaga kerja.

5. Kendala minat konsumen

Kendala minat konsumen ini merupakan kendala yang bisa dikatakan terpenting karena menentukan jumlah rumah yang nantinya akan dibangun. Prosentase minat konsumen di sini diperoleh dengan menggunakan metode *AHP (Analytical Hierarchy Process)*, melalui proses pemberian bobot. Pemberian bobot ini dilakukan atas dasar dan pertimbangan dari pihak manajer dengan berbekal pengalaman, yaitu pengalaman pembangunan *real estate* sebelumnya. Selain itu pemberian bobot ini didasarkan pula atas pengumpulan kuisioner dari penghuni pembangunan *real estate* sebelumnya. Perumusan prosentase minat konsumen dapat dilihat di bawah ini.

$$Pr o_j = \frac{Q_j}{total\ rumah} \quad \dots (4.2)$$

Keterangan:

Pro_j = prosentase minat konsumen untuk tipe rumah ke- j

Q_j = target jumlah rumah tipe ke- j yang dibangun

Total rumah = jumlah total rumah di Taman Pondok Jati (98 unit)

Di bawah ini akan diuraikan mengenai penentuan prosentase jumlah rumah untuk masing-masing tipe dengan menggunakan metode *AHP (Analytical Hierarchy Process)*.

Tujuan: memilih rumah/tempat tinggal

Kriteria: A = harga rumah

B = model rumah

C = lokasi rumah

D = tata ruang rumah

E = bahan bangunan

F = kondisi jalan

Alternatif: 1. Tipe36

2. Tipe45

3. Tipe54

4. Tipe70

Setelah seluruh penilaian dilakukan, diperoleh matriks reciprocal (matriks A), yaitu matriks yang merupakan perbandingan kriteria berdasarkan tujuan.

Perbandingan kriteria berdasarkan tujuan

	A	B	C	D	E	F
A	1	0.2	0.5	0.33	0.8	3
B	5	1	3	2	4	7
C	2	0.33	1	0.67	1.6	5
D	3	0.5	1.5	1	0.42	4
E	1.25	0.25	0.63	2.4	1	2
F	0.33	0.14	0.2	0.25	0.5	1
jumlah	12.58	2.42	6.83	6.65	8.32	22

Dalam bentuk matriks menjadi:

$$\text{Matriks A} = \begin{bmatrix} 1 & 0.2 & 0.5 & 0.33 & 0.8 & 3 \\ 5 & 1 & 3 & 2 & 4 & 7 \\ 2 & 0.33 & 1 & 0.67 & 1.6 & 5 \\ 3 & 0.5 & 1.5 & 1 & 0.42 & 4 \\ 1.25 & 0.25 & 0.63 & 2.4 & 1 & 2 \\ 0.33 & 0.14 & 0.2 & 0.25 & 0.5 & 1 \end{bmatrix}$$

Untuk memperoleh prioritas (*average* =W) ditunjukkan dengan cara melakukan normalisasi terhadap matriks A. Cara ini biasa disebut dengan normalisasi kolom, yaitu membagi setiap unsur pada setiap kolom dengan jumlah kolom. Kemudian unsur pada setiap baris matriks yang dinormalisasi dijumlahkan dan dibagi dengan banyaknya unsur.

Normalisasi kolom

$$\begin{bmatrix} 0.08 & 0.08 & 0.07 & 0.05 & 0.10 & 0.14 \\ 0.40 & 0.41 & 0.44 & 0.30 & 0.48 & 0.32 \\ 0.16 & 0.14 & 0.15 & 0.10 & 0.19 & 0.23 \\ 0.24 & 0.21 & 0.22 & 0.15 & 0.05 & 0.18 \\ 0.10 & 0.10 & 0.09 & 0.36 & 0.12 & 0.09 \\ 0.03 & 0.06 & 0.03 & 0.04 & 0.06 & 0.05 \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} \text{average} \\ \begin{bmatrix} 0.09 \\ 0.39 \\ 0.16 \\ 0.17 \\ 0.14 \\ 0.04 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Dari normalisasi kolom diperoleh vektor prioritas:

$$W = [W_A \quad W_B \quad W_C \quad W_D \quad W_E \quad W_F]$$

$$= [0.09 \quad 0.39 \quad 0.16 \quad 0.17 \quad 0.14 \quad 0.04]$$

Suatu tingkat konsistensi yang tertentu diperlukan dalam penentuan prioritas untuk mendapatkan hasil yang sah. Nilai *CR* (*Consistency Ratio*) semestinya tidak lebih dari 10%. Jika tidak, penilaian yang telah dibuat mungkin dilakukan secara random dan perlu direvisi. Untuk mengetahui penilaian yang telah dibuat tersebut sudah konsisten atau belum maka dilakukan uji konsistensi. Terdapat 4 tahap uji konsistensi, yaitu:

$$1. A \cdot W^T = \begin{bmatrix} 1 & 0.2 & 0.5 & 0.33 & 0.8 & 3 \\ 5 & 1 & 3 & 2 & 4 & 7 \\ 2 & 0.33 & 1 & 0.67 & 1.6 & 5 \\ 3 & 0.5 & 1.5 & 1 & 0.42 & 4 \\ 1.25 & 0.25 & 0.63 & 2.4 & 1 & 2 \\ 0.33 & 0.14 & 0.2 & 0.25 & 0.5 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.09 \\ 0.39 \\ 0.16 \\ 0.17 \\ 0.14 \\ 0.04 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.55 \\ 2.53 \\ 1.02 \\ 1.10 \\ 0.96 \\ 0.27 \end{bmatrix}$$

$$2. \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{i^{th} \text{ entry in } AW^T}{i^{th} \text{ entry in } W^T} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \left(\frac{0.55}{0.09} + \frac{2.53}{0.39} + \frac{1.02}{0.16} + \frac{1.10}{0.17} + \frac{0.96}{0.14} + \frac{0.27}{0.04} \right)$$

$$= 6.42$$

3. Indikator terhadap konsistensi diukur melalui *Consistency Index* (*CI*). Jika *CI* = 0 maka matriks A konsisten.

$$CI = \frac{(\text{hasil pada step 2}) - n}{n - 1} = \frac{6.42 - 6}{6 - 1} = 0.08$$

4. *AHP* mengukur seluruh konsistensi penilaian dengan menggunakan *CR*. Jika

$$\frac{CI}{RI} \leq 0.1 \text{ maka matriks A dikatakan cukup konsisten. Jika } \frac{CI}{RI} > 0.1 \text{ maka}$$

matriks A dikatakan tidak konsisten. Untuk matriks A yang berukuran 6x6 (n=6)

Indeks Random (*RI*) nya = 1,24, sehingga

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.08}{1.24} = 0.07$$

Karena CR bernilai $0.07 \leq 0.1$ maka matriks A cukup konsisten.

Kemudian, diikuti penyusunan matriks perbandingan untuk alternatif-alternatif dalam kaitannya dengan kriteria. Terdapat enam perbandingan, yaitu:

1. Perbandingan kepentingan alternatif (masing-masing tipe) berdasarkan kriteria A.

A	T36	T45	T54	T70
T36	1	3	3	5
T45	0.33	1	1	3
T54	0.33	1	1	3
T70	0.2	0.33	0.33	1
jumlah	1.86	5.33	5.33	12

Dalam bentuk matriks menjadi:

$$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 & 5 \\ 0.33 & 1 & 1 & 3 \\ 0.33 & 1 & 1 & 3 \\ 0.2 & 0.33 & 0.33 & 1 \end{bmatrix}$$

Normalisasi kolom

average

$$\begin{bmatrix} 0.54 & 0.56 & 0.56 & 0.42 \\ 0.18 & 0.19 & 0.19 & 0.25 \\ 0.18 & 0.19 & 0.19 & 0.25 \\ 0.11 & 0.06 & 0.06 & 0.08 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.52 \\ 0.20 \\ 0.20 \\ 0.08 \end{bmatrix}$$

Dari normalisasi kolom diperoleh bobot relative

$$L_{T36} = 0.52 \quad L_{T45} = 0.20 \quad L_{T54} = 0.20 \quad L_{T70} = 0.08$$

2. Perbandingan kepentingan alternatif (masing-masing tipe) berdasarkan kriteria B.

B	T36	T45	T54	T70
T36	1	2	0.33	0.33
T45	2	1	2	2
T54	3	0.5	1	1
T70	3	0.5	1	1
jumlah	9	4	4.33	4.33

Dalam bentuk matriks menjadi:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 0.33 & 0.33 \\ 2 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 0.5 & 1 & 1 \\ 3 & 0.5 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Normalisasi kolom

average

$$\begin{bmatrix} 0.11 & 0.50 & 0.08 & 0.08 \\ 0.22 & 0.25 & 0.46 & 0.46 \\ 0.33 & 0.13 & 0.23 & 0.23 \\ 0.33 & 0.13 & 0.23 & 0.23 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.19 \\ 0.35 \\ 0.23 \\ 0.23 \end{bmatrix}$$

Dari normalisasi kolom diperoleh bobot relative

$$L_{T36} = 0.19 \quad L_{T45} = 0.35 \quad L_{T54} = 0.23 \quad L_{T70} = 0.23$$

3. Perbandingan kepentingan alternatif (masing-masing tipe) berdasarkan kriteria C

C	T36	T45	T54	T70
T36	1	1	1	1
T45	1	1	1	1
T54	1	1	1	1
T70	1	1	1	1
jumlah	4	4	4	4

Dalam bentuk matriks menjadi:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Normalisasi kolom

average

$$\begin{bmatrix} 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.25 \\ 0.25 \\ 0.25 \\ 0.25 \end{bmatrix}$$

Dari normalisasi kolom diperoleh bobot relative

$$L_{T36} = 0.25 \quad L_{T45} = 0.25 \quad L_{T54} = 0.25 \quad L_{T70} = 0.25$$

4. Perbandingan kepentingan alternatif (masing-masing tipe) berdasarkan kriteria D.

D	T36	T45	T54	T70
T36	1	0.33	0.33	0.2
T45	3	1	2	0.33
T54	3	2	1	0.33
T70	5	3	3	1
jumlah	12	6.33	6.33	1.86

Dalam bentuk matriks menjadi:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0.33 & 0.33 & 0.2 \\ 3 & 1 & 2 & 0.33 \\ 3 & 2 & 1 & 0.33 \\ 5 & 3 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

Normalisasi kolom

average

$$\begin{bmatrix} 0.08 & 0.05 & 0.05 & 0.11 \\ 0.25 & 0.16 & 0.32 & 0.18 \\ 0.25 & 0.32 & 0.16 & 0.18 \\ 0.42 & 0.47 & 0.47 & 0.54 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.07 \\ 0.23 \\ 0.23 \\ 0.48 \end{bmatrix}$$

Dari normalisasi kolom diperoleh bobot relative

$$L_{T36} = 0.07 \quad L_{T45} = 0.23 \quad L_{T54} = 0.23 \quad L_{T70} = 0.48$$

5. Perbandingan kepentingan alternatif (masing-masing tipe) berdasarkan kriteria E.

E	T36	T45	T54	T70
T36	1	0.33	3	0.33
T45	3	1	1	2
T54	0.33	1	1	0.5
T70	3	2	2	1
jumlah	7.33	4.33	7	3.83

Dalam bentuk matriks menjadi:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0.33 & 3 & 0.33 \\ 3 & 1 & 1 & 2 \\ 0.33 & 1 & 1 & 0.5 \\ 3 & 2 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Normalisasi kolom

average

$$\begin{bmatrix} 0.14 & 0.08 & 0.43 & 0.09 \\ 0.41 & 0.23 & 0.14 & 0.52 \\ 0.05 & 0.23 & 0.14 & 0.13 \\ 0.41 & 0.46 & 0.29 & 0.26 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.18 \\ 0.33 \\ 0.14 \\ 0.35 \end{bmatrix}$$

Dari normalisasi kolom diperoleh bobot relative

$$L_{T36} = 0.18 \quad L_{T45} = 0.33 \quad L_{T54} = 0.14 \quad L_{T70} = 0.35$$

6. Perbandingan kepentingan alternatif (masing-masing tipe) berdasarkan kriteria F.

F	T36	T45	T54	T70
T36	1	1	1	1
T45	1	1	1	1
T54	1	1	1	1
T70	1	1	1	1
jumlah	4	4	4	4

Dalam bentuk matriks menjadi:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Normalisasi kolom

average

$$\begin{bmatrix} 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.25 \\ 0.25 \\ 0.25 \\ 0.25 \end{bmatrix}$$

Dari normalisasi kolom diperoleh bobot relative

$$L_{T36} = 0.25 \quad L_{T45} = 0.25 \quad L_{T54} = 0.25 \quad L_{T70} = 0.25$$

Gabungan bobot relative dari masing-masing perbandingan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

	A	B	C	D	E	F
T36	0.52	0.19	0.25	0.07	0.18	0.25
T45	0.20	0.35	0.25	0.23	0.33	0.25
T54	0.20	0.23	0.25	0.23	0.14	0.25
T70	0.08	0.23	0.25	0.48	0.35	0.25

Tabel di atas dibuat dalam bentuk matriks menjadi

$$\text{Matriks B} = \begin{bmatrix} 0.52 & 0.19 & 0.25 & 0.07 & 0.18 & 0.25 \\ 0.20 & 0.35 & 0.25 & 0.23 & 0.33 & 0.25 \\ 0.20 & 0.23 & 0.25 & 0.23 & 0.14 & 0.25 \\ 0.08 & 0.23 & 0.25 & 0.48 & 0.35 & 0.25 \end{bmatrix}$$

Sehingga hasil akhir diperoleh

$$= B W^T$$

$$= \begin{bmatrix} 0.52 & 0.19 & 0.25 & 0.07 & 0.18 & 0.25 \\ 0.20 & 0.35 & 0.25 & 0.23 & 0.33 & 0.25 \\ 0.20 & 0.23 & 0.25 & 0.23 & 0.14 & 0.25 \\ 0.08 & 0.23 & 0.25 & 0.48 & 0.35 & 0.25 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.09 \\ 0.39 \\ 0.16 \\ 0.17 \\ 0.14 \\ 0.04 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0.21 \\ 0.29 \\ 0.22 \\ 0.28 \end{bmatrix}$$

Jadi prosentase jumlah rumah untuk masing-masing tipe berdasarkan minat konsumen yang diperoleh dari perhitungan di atas dapat dilihat dalam Tabel 4.2

Tabel 4.2 Prosentase minat konsumen

Tipe hunian ke-j	Nilai
Tipe 36	0.21
Tipe 45	0.29
Tipe 54	0.22
Tipe 70	0.28

Dengan menggunakan rumus dan Tabel 4.2 di atas maka dapat ditentukan jumlah rumah yang akan dibangun. Inilah yang merupakan target jumlah rumah yang dibangun untuk masing-masing tipenya.

4.1.3 Menentukan Prioritas Utama

Tahap ini membuat urutan tujuan-tujuan, yang biasanya merupakan pernyataan preferensi individu. Prioritas di sini didasarkan pada preemptif, yang berarti bahwa prioritas tertinggi akan dicapai terlebih dulu dibandingkan dengan prioritas-prioritas yang lebih rendah. Tujuan-tujuan yang tidak mutlak dikelompokkan sesuai dengan tingkat prioritasnya. Dalam satu prioritas boleh terdiri atas satu atau lebih tujuan. Penentuan prioritas dilakukan oleh pengambil keputusan bekerja sama dengan analis. Dalam perusahaan *real estate* ini yang menentukan urutan prioritasnya adalah pemilik perusahaan. Untuk permasalahan ini urutan prioritasnya sebagai berikut:

P_1 : terpenuhinya target jumlah rumah yang dibangun

P_2 : tercapainya target nilai penjualan

P_3 : terpenuhinya target anggaran biaya yang tersedia

4.1.4 Perumusan Fungsi Tujuan/Sasaran

Fungsi tujuan di sini dimaksudkan untuk menghasilkan solusi yang dapat memenuhi sasaran-sasaran atau target-target yang ingin dicapai oleh pihak

pengambil keputusan. Pada tahap ini fokusnya adalah memilih tabel simpangan yang benar untuk dimasukkan dalam fungsi tujuan. Dengan menggunakan tabel jenis-jenis kendala tujuan untuk meyakinkan penggunaan nilai *RHS* yang diinginkan yang konsisten dengan keperluan persoalan. Kemudian, menambahkan prioritas dan bobot yang tepat jika diperlukan. Jadi tahap ini dimaksudkan untuk menghasilkan pemecahan yang optimum, dalam arti dapat memenuhi sasaran-sasaran atau target yang ingin dicapai oleh pengambil keputusan.

Perumusan fungsi sasaran meliputi penetapan tujuan, penetapan sasaran, penetapan nilai sisi kanan yang menggambarkan level aspirasi pengambil keputusan, menyusunnya menjadi bentuk persamaan *goal programming* dan menetapkan deviasi yang akan diminimumkan.

Tujuan yang hendak dicapai sebagai berikut: memperoleh keuntungan maksimum sesuai dengan pemenuhan tempat tinggal. Pembangunan hunian tempat tinggal dilaksanakan melalui pembagian tipe-tipe bangunan. Tabel 4.3 menerangkan perumahan yang dibangun oleh PT. Panca Teja Sentana dengan nama Taman Pondok Jati di tahun 2004.

Tabel 4.3 Prosentase lahan

Kaveling efektif	Hunian tipe 36 = 5.67 % Hunian tipe 45 = 23.72 % Hunian tipe 54 = 14.12 % Hunian tipe 70 = 16.76 %	60.27%
Kaveling non-efektif	Jalan = 32.56 % Saluran = 2.98 % Taman + fasilitas umum = 4.19 %	39.73 %
TOTAL		100 %

Sumber : data dari perusahaan

Komposisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar lahan digunakan untuk membangun rumah tipe 45 yang merupakan prioritas pada saat itu. Pertimbangan pilihan ini adalah sebagai berikut permintaan terhadap rumah tipe 45 sangat besar. Bila ditilik dari sisi input output maka dapat dilihat pada komposisi permintaan khususnya permintaan rumah tangga. Dari sisi permintaan dapatlah dilakukan kalkulasi kasar dengan asumsi bahwa tiap rumah tangga, saat itu, memilih rumah tipe 45.

1. Pencapaian target jumlah rumah yang dibangun

Tujuan ini merupakan tujuan perusahaan untuk mencapai rumah yang dibangun sesuai dengan yang ditetapkan perusahaan dalam periode tertentu. Secara matematis ditulis sebagai berikut:

$$x_j \leq Q_j \text{ dengan } j = 1, \dots, 4 \quad \dots (4.3)$$

Diubah ke *goal programming* dengan menambahkan variabel simpangan negatif dan positif sebagai berikut:

$$x_j + d_i^- - d_i^+ = Q_j \text{ dengan } j = 1, \dots, 4 \text{ dan } i = 1, \dots, 4 \quad \dots (4.4)$$

Keterangan:

Q_j = target jumlah rumah tipe ke- j yang dibangun

x_j = jumlah rumah tipe ke- j

d_i^- = deviasi negatif menunjukkan tingkat pencapaian pembangunan rumah kurang dari target jumlah rumah yang dibangun

d_i^+ = deviasi positif menunjukkan tingkat pencapaian pembangunan rumah lebih dari target jumlah rumah yang dibangun

Kontribusi fungsi pencapaian adalah *deviasi positif* sebagai berikut:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^4 d_i^+ \quad \dots (4.5)$$

2. Pencapaian target nilai penjualan

Tujuan ini dimaksudkan agar dengan melakukan penjualan dari sejumlah tipe hunian tertentu dan dengan kualitas tertentu pula dapat dihasilkan sejumlah pendapatan tertentu dari penjualan. Secara matematis sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^4 m_j x_j \geq H \quad \dots (4.6)$$

Diubah ke *goal programming* dengan menambahkan variabel simpangan negatif dan positif sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^4 m_j x_j + d_5^- - d_5^+ = H \quad \dots (4.7)$$

Keterangan:

m_j = harga jual rumah tipe ke- j (Rp)

H = target penjualan total (Rp)

x_j = jumlah rumah tipe ke- j

d_5^- = deviasi negatif menunjukkan tingkat pencapaian penjualan kurang dari target penjualan yang ditetapkan

d_5^+ = deviasi positif menunjukkan tingkat pencapaian penjualan lebih dari target penjualan yang ditetapkan

Kontribusi fungsi pencapaian adalah *deviasi negatif* sebagai berikut :

$$\text{Min } Z = d_5^- \quad \dots (4.8)$$

3. Pencapaian anggaran biaya yang tersedia

Tujuan ini merupakan usaha pengurangan biaya pengeluaran total yang dilakukan perusahaan, sehingga harga jual dapat ditekan yang berdampak pada jumlah rumah yang dibangun. Diharapkan pembangunan rumah dapat dilakukan dengan anggaran yang telah tersedia. Secara matematis fungsi pencapaian ini sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^4 C_j x_j \leq R \quad \dots (4.9)$$

Diubah ke *goal programming* dengan menambahkan variabel deviasi negatif dan positif sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^4 C_j x_j + d_6^- - d_6^+ = R \quad \dots (4.10)$$

Keterangan:

C_j = biaya yang dikeluarkan untuk rumah tipe ke-j

R = target biaya pengeluaran total

x_j = jumlah rumah tipe ke-j

d_6^- = deviasi negatif menunjukkan tingkat pencapaian biaya kurang dari target biaya pengeluaran total

d_6^+ = deviasi positif menunjukkan tingkat pencapaian biaya lebih dari target biaya pengeluaran total

Kontribusi fungsi pencapaian adalah *deviasi positif* sebagai berikut:

$$\text{Min } Z = d_6^+ \quad \dots (4.11)$$

4.1.5 Perumusan Bentuk Model Lengkap

Penyusunan model lengkap mengikuti struktur pada software *LINDO* dengan menggunakan hasil perumusan sistem kendala dan fungsi tujuan/sasaran yang telah ditetapkan prioritasnya. Bentuk model lengkap dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Minimumkan } Z = \sum_{i=1}^m P_k (d_i^- + d_i^+) \quad \dots (4.12)$$

$$Z = P_1 d_1^+ + P_1 d_2^+ + P_1 d_3^+ + P_1 d_4^+ + P_2 d_5^- + P_3 d_6^+ \quad \dots (4.13)$$

Fungsi pencapaian ini merupakan sekumpulan dari fungsi-fungsi tujuan yang telah dirumuskan sebelumnya.

Dengan kendala:

$$1. \sum_{j=1}^4 L_j x_j \leq D \quad \dots (4.14)$$

$$2. x_j + d_i^- - d_i^+ = Q_j \text{ dengan } j = 1, \dots, 4 \text{ dan } i = 1, \dots, 4 \quad \dots (4.15)$$

$$3. \sum_{j=1}^4 m_j x_j + d_5^- - d_5^+ = H \quad \dots (4.16)$$

$$4. \sum_{j=1}^4 C_j x_j + d_6^- - d_6^+ = R \quad \dots (4.17)$$

Menyatakan keperluan non-negatif:

$$x_j, d_i^-, d_i^+ \geq 0 \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, 4 \text{ dan } i = 1, 2, \dots, 6$$

Ini merupakan bagian resmi dari perumusan masalah *goal programming*.

4.2 PENGOLAHAN DATA

Data-data yang diperlukan untuk penelitian akan disajikan secara urut di bawah ini:

1. Data Luas Lahan

Data luas lahan per satu unit rumah dari masing-masing tipe dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Luas lahan per unit (m²)

No.	Jenis hunian	Besar
1	Tipe 36	91
2	Tipe 45	121
3	Tipe 54	158
4	Tipe 70	188

Sumber : data dari perusahaan

Adapun data luas lahan yang digunakan untuk kaveling efektif dan kaveling non-efektif tercantum dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Luas lahan yang digunakan (m²)

Kaveling efektif		13526
Kaveling non-efektif	Jalan = 7304.60 Saluran → 669.40 = 1115.67 x 0.60 taman + fas.umum = 930	8904
TOTAL		22430

Sumber : data dari perusahaan

Berdasarkan Tabel 4.4 dan 4.5 maka diperoleh model untuk kendala lahan:

$$91x_1 + 121x_2 + 158x_3 + 188x_4 \leq 13526 \quad \dots (4.18)$$

2. Data Anggaran Perusahaan

Anggaran ini merupakan ketetapan perusahaan yang harus dicapai selama tahapan pembangunan tersebut

Tabel 4.6 Anggaran perusahaan

No.	Tujuan	Nilai
1	Anggaran biaya	Rp. 7990000000
2	Target penjualan	Rp. 10242000000

Sumber: anggaran yang dikeluarkan dan diperoleh perusahaan dari pembangunan *real estate* pada tahun 2004

3. Data Target Rumah yang Dibangun

Data target rumah yang dibangun ini diperoleh berdasarkan proporsi kebutuhan tempat tinggal antara permintaan dan persediaan masing-masing tipe rumah disajikan pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Target rumah

Tipe hunian ke-j	Jumlah target
Tipe 36	21
Tipe 45	28
Tipe 54	22
Tipe 70	27

Sumber : hasil pengolahan Persamaan 4.2

Berdasarkan Tabel 4.7 diperoleh model untuk kendala minat konsumen:

$$x_1 + d_1^- - d_1^+ = 21 \quad \dots (4.19)$$

$$x_2 + d_2^- - d_2^+ = 28 \quad \dots (4.20)$$

$$x_3 + d_3^- - d_3^+ = 22 \quad \dots (4.21)$$

$$x_4 + d_4^- - d_4^+ = 27 \quad \dots (4.22)$$

4. Data Harga Jual Rumah

Harga jual rumah untuk masing-masing tipe rumah di Taman Pondok Jati yang merupakan produksi PT. Panca Teja Sentana disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Harga jual rumah (/unit)

Jenis hunian	Nilai
Rumah tipe 36	Rp. 690000000
Rumah tipe 45	Rp. 890000000
Rumah tipe 54	Rp. 1100000000
Rumah tipe 70	Rp. 1590000000

Sumber : data dari perusahaan

Berdasarkan Tabel 4.6 dan 4.8 maka diperoleh model untuk penentuan target nilai penjualan:

$$690000000x_1 + 890000000x_2 + 1100000000x_3 + 1590000000x_4 + d_5^- - d_5^+ = 10242000000 \quad \dots (4.23)$$

Angka dalam Persamaan 4.23 dibulatkan dalam satuan juta rupiah sehingga menjadi:

$$69x_1 + 89x_2 + 110x_3 + 159x_4 + d_5^- - d_5^+ = 10242 \quad \dots (4.24)$$

5. Data Biaya-biaya yang Dikeluarkan

Berikut ini akan disajikan semua biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan *real estate* (PT. Panca Teja Sentana) pada waktu membangun Taman Pondok Jati

Tabel 4.9 Biaya Jual Tanah

Biaya beli tanah	Rp. 1177575000
Biaya pembuatan jalan	Rp. 281227100
Biaya pembuatan saluran	Rp. 122723700
Harga tanah	Rp. 467460000
TOTAL	Rp. 2048985800

Sumber : data dari perusahaan

Keterangan:

1. Harga beli tanah Rp. 52500 /m². Maka biaya yang dikeluarkan adalah sebesar 22430 m² x Rp. 52500 /m² = Rp. 1177575000.
2. Biaya pembuatan jalan Rp. 38500 /m². Sehingga biaya keseluruhan yang diperlukan untuk membuat jalan adalah 7304.6 m² x Rp. 38500 /m² = Rp. 281227100.
3. Ongkos pembuatan saluran adalah Rp. 110000 /m maka biaya untuk pembuatan saluran keseluruhan = 1115,67 m x Rp. 110000 /m = Rp. 122723700.
4. Luas tanah yang dipakai untuk keperluan jalan, saluran, taman+fasilitas umum adalah 8904 m². Jadi harga tanah untuk keperluan di atas = 8904 m² x Rp. 52500 /m² = Rp. 467460000.

Adapun data mengenai biaya penjarangan yang meliputi biaya pemasangan PDAM dan daya listrik sebesar 1300 watt dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Biaya Penjarangan

Biaya pemasangan daya listrik (1300 watt)	Rp. 3750000 / unit
Biaya pemasangan PDAM	Rp. 2350000 / unit
TOTAL	Rp. 6100000 / unit

Sumber : data dari perusahaan

Untuk biaya pembangunan masing-masing tipe rumah, harga jual tanah, total biaya penjarangan per rumah dan biaya lain-lain per rumah disajikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Biaya-biaya Pengeluaran

Biaya bangunan	Tipe 36 : Rp. 1148000 /m ² Tipe 45 : Rp. 1224200 /m ² Tipe 54 : Rp. 1300000 /m ² Tipe 70 : Rp. 1497400 /m ²
Harga jual tanah	Rp. 151484.98 / m ²
Biaya penjaringan	Rp. 6100000 / unit
Biaya lain-lain	Rp. 1400000 / unit

Sumber : data dari perusahaan

Keterangan:

1. Harga jual tanah diperoleh dari Rp. 2048985800 dibagi dengan luas tanah yang digunakan untuk kaveling efektif (13526 m²)
2. Biaya lain-lain di sini adalah meliputi: biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk keperluan notaris dan perijinan membangun.

Berdasar Tabel 4.11 maka data biaya total yang dikeluarkan perusahaan *real estate* untuk masing-masing tipe rumah disajikan dalam Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Biaya pengeluaran total

Jenis Hunian	Biaya bangun	Harga jual tanah	Biaya penjaringan	Biaya lain2	TOTAL
Tipe 36	1148000x36 =41328000	151484.98x36 =5453459.28	6100000	1400000	54281459.28
Tipe 45	1224200x45 =55089000	151484.98x45 =6816824.10	6100000	1400000	69405824.10
Tipe 54	1300000x54 =70200000	151484.98x54 =8180188.92	6100000	1400000	85880188.92
Tipe 70	1497400x70 =104818000	151484.98x70 =10603948.60	6100000	1400000	122921948.60

Sumber : hasil pengolahan sendiri dari penulis

Berdasarkan Tabel 4.6 dan Tabel 4.12 diperoleh model untuk kendala biaya yang dikeluarkan:

$$54281459.28x_1 + 69405824.10x_2 + 85880188.92x_3 + 122921948.60x_4 + d_6^- - d_6^+ = 7990000000 \quad \dots (4.25)$$

Angka dalam Persamaan 4.25 dibulatkan dalam satuan juta rupiah sehingga menjadi:

$$54x_1 + 69x_2 + 86x_3 + 123x_4 + d_6^- - d_6^+ = 7990 \quad \dots (4.26)$$

Dari semua model yang didapat maka dapat ditulis kembali secara lengkap menjadi:

$$\text{Minimumkan } Z = P_1d_1^+ + P_1d_2^+ + P_1d_3^+ + P_1d_4^+ + P_2d_5^- + P_3d_6^+ \quad \dots (4.27)$$

Dengan kendala:

1. Kendala lahan

$$91x_1 + 121x_2 + 158x_3 + 188x_4 \leq 13526 \quad \dots (4.28)$$

2. Pencapaian target jumlah rumah

$$x_1 + d_1^- - d_1^+ = 21 \quad \dots (4.29)$$

$$x_2 + d_2^- - d_2^+ = 28 \quad \dots (4.30)$$

$$x_3 + d_3^- - d_3^+ = 22 \quad \dots (4.31)$$

$$x_4 + d_4^- - d_4^+ = 27 \quad \dots (4.32)$$

3. Pencapaian target nilai penjualan

$$69x_1 + 89x_2 + 110x_3 + 159x_4 + d_5^- - d_5^+ = 10242 \quad \dots (4.33)$$

4. Pencapaian anggaran biaya

$$54x_1 + 69x_2 + 86x_3 + 123x_4 + d_6^- - d_6^+ = 7990 \quad \dots (4.34)$$

$$x_j, d_i^-, d_i^+ \geq 0 \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, 4 \text{ dan } i = 1, 2, \dots, 6$$

BAB V

ANALISA DAN INTERPRETASI

Bab ini menguraikan solusi optimal dengan meminimalkan simpangan pada fungsi pencapaian kendala sistem maupun kendala tujuan, berdasar data yang diperoleh dan perumusan serta pengembangan model yang digunakan. Langkah-langkah perhitungannya dibantu dengan paket program komputer yaitu *LINDO*.

5.1 ANALISIS HASIL

Model yang dikembangkan terdiri dari empat variabel keputusan, enam variabel simpangan dan tujuh kendala, dengan urutan prioritas disajikan pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Urutan prioritas

No	Prioritas	Sasaran
1	I	Terpenuhinya target jumlah rumah yang dibangun
2	II	Tercapainya target nilai penjualan
3	II	Terpenuhinya target anggaran biaya yang tersedia

Sumber : ditetapkan oleh pemilik perusahaan

Dari hasil running untuk model dapat dilihat dalam Tabel 5.2

Tabel 5.2 Data hasil model awal

Prioritas	Sasaran	Target	Tujuan	Ket
I	Lahan kaveling efektif	13526	13305	T
	Tipe 36	21	15	T
	Tipe 45	28	28	T
	Tipe 54	22	22	T
	Tipe 70	27	27	T
II	Total nilai penjualan	10242	10242	T
III	Biaya pengeluaran total	7990	7957	T

Sumber : hasil pengolahan model *goal programming*

Keterangan : T : Tercapai

TT : Tidak Tercapai

Target : Hasil yang diinginkan

Tujuan : Hasil yang didapat

Dari tabel di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

Prioritas I : Pada prioritas ini semua target terpenuhi, hanya saja lahan kaveling efektif tidak digunakan secara optimal karena hasil yang didapat masih di bawah target yang ada. Begitu juga dengan pembangunan rumah tipe 36, terlihat jumlah yang diperoleh masih di bawah target yang ditentukan.

Prioritas II : Pada prioritas ini sasaran untuk mencapai nilai penjualan total perusahaan terpenuhi dengan simpangan negatif dan positifnya = 0.

Prioritas III : Pada prioritas ini untuk mencapai target biaya pengeluaran total terpenuhi dengan simpangan positif = 0 dan simpangan negatif = 33.

Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan mengeluarkan biaya untuk pembangunan berkurang sebanyak 33 juta.

Hasil analisis sensitivitas dari model awal disajikan dalam Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Data analisis sensitivitas untuk model awal

No.	Sasaran	Nilai sisi kanan	Batas kenaikan	Batas penurunan
1	Lahan kaveling efektif	13526	-	13308
2	Tipe 36	21	-	15
3	Tipe 45	28	40	23
4	Tipe 54	22	31	18
5	Tipe 70	27	34	24
6	Total nilai penjualan	10242	10285	9205
7	Biaya pengeluaran total	7990	-	7957

Sumber : hasil pengolahan model *goal programming*

1.2 ALTERNATIF PERUBAHAN MODEL

Dari model awal dapat diketahui bahwa semua fungsi pencapaian memenuhi target. Pada bagian ini ingin diketahui pengaruh yang muncul bila sebagian fungsi pengaruh diubah.

5.2.1 Kenaikan Permintaan Rumah Tipe 36

Kenaikan permintaan yang dilakukan sebesar 5%. Dari hasil running dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Kenaikan permintaan rumah tipe 36 sebesar 5%

Prioritas	Sasaran	Target	Tujuan	Ket
I	Lahan kaveling efektif	13526	13305	T
	Tipe 36	22	15	T
	Tipe 45	28	28	T
	Tipe 54	22	22	T
	Tipe 70	27	27	T
II	Total nilai penjualan	10242	10242	T
III	Biaya pengeluaran total	7990	7957	T

Sumber : hasil pengolahan model *goal programming*

Dari hasil perubahan permintaan kenaikan produksi rumah tipe 36 sebesar 5% dapat dilihat bahwa tidak terjadi perubahan dan diuraikan sebagai berikut:

Prioritas I : Pada prioritas ini semua target terpenuhi, hanya saja lahan kaveling efektif tidak digunakan secara optimal karena hasil yang didapat masih di bawah target yang ada. Begitu juga dengan pembangunan rumah tipe 36, terlihat jumlah yang diperoleh masih di bawah target yang ditentukan.

Prioritas II : Pada prioritas ini sasaran untuk mencapai nilai penjualan total perusahaan tidak terpenuhi dengan simpangan negatif dan positifnya = 0.

Prioritas III : Pada prioritas ini untuk mencapai target biaya pengeluaran total terpenuhi dengan simpangan positif = 0 dan simpangan negatif = 33. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan mengeluarkan biaya untuk pembangunan berkurang sebanyak 33 juta.

5.2.2 Kenaikan Permintaan Rumah Tipe 45

Kenaikan permintaan yang dilakukan sebesar 5%. Dari hasil running dapat dilihat pada Tabel 5.5

Tabel 5.5 Kenaikan permintaan rumah tipe 45 sebesar 5%

Prioritas	Sasaran	Target	Tujuan	Ket
I	Lahan kaveling efektif	13526	13335	T
	Tipe 36	21	14	T
	Tipe 45	29	29	T
	Tipe 54	22	22	T
	Tipe 70	27	27	T
II	Total nilai penjualan	10242	10242	T
III	Biaya pengeluaran total	7990	7956	T

Sumber : Hasil pengolahan model *goal programming*

Dari hasil perubahan permintaan kenaikan produksi rumah tipe 45 sebesar 5% dapat diuraikan sebagai berikut:

Prioritas I : Pada prioritas ini semua target terpenuhi, hanya saja lahan kaveling efektif tetap tidak digunakan secara optimal karena hasil yang didapat masih di bawah target yang ada. Begitu juga dengan pembangunan rumah tipe 36, terlihat jumlah yang diperoleh masih di bawah target yang ditentukan.

Prioritas II : Pada prioritas ini sasaran untuk mencapai nilai penjualan total perusahaan terpenuhi dengan simpangan negatif dan positifnya = 0.

Prioritas III : Pada prioritas ini untuk mencapai target biaya pengeluaran total terpenuhi dengan simpangan positif = 0 dan simpangan negatif = 34.

Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan mengeluarkan biaya untuk pembangunan berkurang sebanyak 34 juta.

5.2.3 Kenaikan Permintaan Rumah Tipe 54

Kenaikan permintaan yang dilakukan sebesar 5%. Dari hasil running dapat dilihat pada Tabel 5.6

Tabel 5.6 Kenaikan permintaan rumah tipe 54 sebesar 5%

Prioritas	Sasaran	Target	Tujuan	Ket
I	Lahan kaveling efektif	13526	13281	T
	Tipe 36	21	13	T
	Tipe 45	28	28	T
	Tipe 54	23	23	T
	Tipe 70	27	27	T
II	Total nilai penjualan	10242	10242	T
III	Biaya pengeluaran total	7990	7956.5	T

Sumber : hasil pengolahan model *goal programming*

Dari hasil perubahan permintaan kenaikan produksi rumah tipe 54 sebesar 5% dapat diuraikan sebagai berikut:

Prioritas I : Pada prioritas ini semua target terpenuhi, hanya saja lahan kaveling efektif tetap tidak digunakan secara optimal karena hasil yang didapat masih di bawah target yang ada. Begitu juga dengan pembangunan rumah tipe 36, terlihat jumlah yang diperoleh masih di bawah target yang ditentukan.

Prioritas II : Pada prioritas ini sasaran untuk mencapai nilai penjualan total perusahaan terpenuhi dengan simpangan negatif dan postifnya = 0.

Prioritas III : Pada prioritas ini untuk mencapai target biaya pengeluaran total terpenuhi dengan simpangan positif = 0 dan simpangan negatif = 33.5. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan mengeluarkan biaya untuk pembangunan berkurang sebanyak 33,5 juta.

5.2.4 Kenaikan Permintaan Rumah Tipe 70

Kenaikan permintaan yang dilakukan sebesar 5%. Dari hasil running dapat dilihat pada Tabel 5.7

Tabel 5.7. Kenaikan permintaan rumah tipe 70 sebesar 5%

Prioritas	Sasaran	Target	Tujuan	Ket
I	Lahan kaveling efektif	13526	13311	T
	Tipe 36	21	13	T
	Tipe 45	28	28	T
	Tipe 54	22	22	T
	Tipe 70	28	28	T
II	Total nilai penjualan	10242	10242	T
III	Biaya pengeluaran total	7990	7955	T

Sumber : hasil pengolahan model *goal programming*

Dari hasil perubahan permintaan kenaikan produksi rumah tipe 70 sebesar 5% dapat diuraikan sebagai berikut:

Prioritas I : Pada prioritas ini semua target terpenuhi, hanya saja lahan kaveling efektif tetap tidak digunakan secara optimal karena hasil yang didapat masih di bawah target yang ada. Begitu juga dengan pembangunan rumah tipe 36, terlihat jumlah yang diperoleh masih di bawah target yang ditentukan.

Prioritas II : Pada prioritas ini sasaran untuk mencapai nilai penjualan total perusahaan terpenuhi dengan simpangan negatif dan positifnya = 0.

Prioritas III : Pada prioritas ini untuk mencapai target biaya pengeluaran total terpenuhi dengan simpangan positif = 0 dan simpangan negatif = 35. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan mengeluarkan biaya untuk pembangunan berkurang sebanyak 35 juta.

BAB VI

KESIMPULAN dan SARAN

6.1 KESIMPULAN

Dari pembahasan dan pengolahan data dalam mengambil keputusan untuk menentukan pembagian jumlah rumah sesuai tipe-tipenya di *real estate*, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perusahaan *real estate* telah dimudahkan dalam menentukan jumlah rumah yang ingin dibangun dengan menggunakan metode *Goal Programming*. Hasil optimal yang diperoleh yaitu 15 unit tipe rumah 36, 28 unit tipe rumah 45, 22 unit tipe rumah 54 dan 27 unit tipe rumah 70. Dengan pembagian jumlah rumah tersebut maka perusahaan *real estate* memperoleh keuntungan sebesar Rp. 2.285.000.000,-
2. Dari hasil optimal yang diperoleh dapat dilihat jumlah rumah tipe 45 yang paling banyak, bukan rumah tipe 70 atau rumah yang bertipe besar. Dapat disimpulkan pula bahwa pembangunan rumah tipe besar (tipe 70) belum tentu membawa keuntungan bagi perusahaan. Ini disebabkan karena adanya kendala minat konsumen yang mempengaruhi penjualan rumah. Oleh karena itu pihak pengambil keputusan (pemilik perusahaan *real estate*) sebaiknya memperhatikan jenis/tipe rumah yang paling diminati konsumen pada saat pembangunan berikutnya, supaya rumah yang dibangun bisa terjual dan memperoleh keuntungan maksimal.

6.2 SARAN

Apabila para pengembang mengalami kesulitan dalam menentukan pembagian jumlah rumah sesuai tipe-tipenya, maka penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Kepada para pengusaha dan manajer perusahaan *real estate* dapat menggunakan *Goal Programming* dalam mengambil keputusan yang terbaik untuk mengatasi masalah yang multiobjektif.
2. Memanfaatkan metode *Goal Programming* dalam menganalisa pembagian lahan *real estate*, ternyata masih perlu diperhitungkan banyak hal yang mungkin saja muncul dalam perkembangan waktu dan situasi ekonomi yang tidak stabil serta situasi politik yang mungkin berubah. Dalam hal ini sudah barang tentu ditinjau kembali penggunaan metode ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hasan, M. Iqbal, (2002), *Pokok-pokok Materi Teori Pengambilan Keputusan*, Cetakan pertama, Penerbit Ghalia Indonesia, Jakarta.
2. Hillier, Frederick S. dan Gerald J. Lieberman, (1994), *Pengantar Riset Operasi*, Edisi kelima, Jilid pertama, Penerbit Erlangga, Jakarta.
3. Ignizio, James P., (1994), *Linear Programming in Single-and Multiple-Objective System*, The Pennsylvania State University, Prentice-Hall, Inc.
4. Jian, Bo Yang, (1999), *Gradient Projection and Local Region Search for Multiobjective Optimisation*, European Journal of Operational Research 112, 432-459.
5. Kamaluddin, (2003), *Pengambilan Keputusan Manajemen*, Penerbit Dioma, Malang.
6. Lukmanto, Gani, (2006), *Beli Jual Real Estat*, Cetakan Perdana, Abdi Tandur, Jakarta.
7. Mulyono, Sri, (2004), *Riset Operasi*, Edisi Revisi, Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
8. Nachrowi Djalal dan Hardius Usman, (2004), *Teknik Pengambilan Keputusan (dilengkapi Teknik Analisis dan Pengolahan Data Menggunakan Paket Program LINDO dan SPSS)*, penerbit Grasindo (Gramedia Widiasarana Indonesia), Jakarta.
9. Rahayu, Yayuk S, (1999), *Pemakaian Goal Programming Dalam Cost Volume Profit Analysis di Perusahaan Tegel Pareng Jaya Jember*, Skripsi, Matematika ITS, Surabaya.

10. Tabucanon, Mario T., (1988), *Multiple Criteria Decision Making in Industry*, Elsevier Science Publishing Company, New York.
11. Wicaksono, Andie A., (2005), *Mengelola Investasi Real Estat*, Cetakan I, PT Trubus Agriwidya, Semarang.

Lampiran 1 : Model Awal

MIN d1pos + d2pos + d3pos + d4pos + d5neg + d6pos

SUBJECT TO

lahan) $91x_1+121x_2+158x_3+188x_4 \leq 13526$

t36) $x_1+d1neg-d1pos=21$

t45) $x_2+d2neg-d2pos=28$

t54) $x_3+d3neg-d3pos=22$

t70) $x_4+d4neg-d4pos=27$

jual) $69x_1+89x_2+110x_3+159x_4+d5neg-d5pos=10242$

biaya) $54x_1+69x_2+86x_3+123x_4+d6neg-d6pos=7990$

END

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.0000000E+00

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
D1POS	0.000000	1.000000
D2POS	0.000000	1.000000
D3POS	0.000000	1.000000
D4POS	0.000000	1.000000
D5NEG	0.000000	1.000000
D6POS	0.000000	1.000000
X1	15.028986	0.000000
X2	28.000000	0.000000
X3	22.000000	0.000000
X4	27.000000	0.000000
D1NEG	5.971014	0.000000
D2NEG	0.000000	0.000000
D3NEG	0.000000	0.000000
D4NEG	0.000000	0.000000
D5POS	0.000000	0.000000
D6NEG	33.434784	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
LAHAN)	218.362320	0.000000
T36)	0.000000	0.000000
T45)	0.000000	0.000000
T54)	0.000000	0.000000
T70)	0.000000	0.000000
JUAL)	0.000000	0.000000
BIAYA)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 4

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
D1POS	1.000000	INFINITY	1.000000
D2POS	1.000000	INFINITY	1.000000
D3POS	1.000000	INFINITY	1.000000
D4POS	1.000000	INFINITY	1.000000
D5NEG	1.000000	INFINITY	1.000000
D6POS	1.000000	INFINITY	1.000000
X1	0.000000	0.433962	0.000000
X2	0.000000	0.000000	1.000000
X3	0.000000	0.000000	1.000000
X4	0.000000	0.000000	1.000000
D1NEG	0.000000	0.000000	0.433962
D2NEG	0.000000	INFINITY	0.000000
D3NEG	0.000000	INFINITY	0.000000
D4NEG	0.000000	INFINITY	0.000000
D5POS	0.000000	INFINITY	0.000000
D6NEG	0.000000	0.000000	0.696970

ROW	CURRENT RHS	RIGHTHAND SIDE RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
LAHAN	13526.000000	INFINITY	218.362320
T36	21.000000	INFINITY	5.971014
T45	28.000000	11.651686	4.629213
T54	22.000000	9.427273	3.745455
T70	27.000000	6.522013	2.591195
JUAL	10242.000000	42.722225	1037.000000
BIAYA	7990.000000	INFINITY	33.434784

Lampiran 2 : Model permintaan rumah tipe 36 naik 5%

MIN d1pos + d2pos + d3pos + d4pos + d5neg + d6pos

SUBJECT TO

lahan) $91x_1+121x_2+158x_3+188x_4 \leq 13526$

t36) $x_1+d1neg-d1pos=22$

t45) $x_2+d2neg-d2pos=28$

t54) $x_3+d3neg-d3pos=22$

t70) $x_4+d4neg-d4pos=27$

jual) $69x_1+89x_2+110x_3+159x_4+d5neg-d5pos=10242$

biaya) $54x_1+69x_2+86x_3+123x_4+d6neg-d6pos=7990$

END

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.0000000E+00

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
D1POS	0.000000	1.000000
D2POS	0.000000	1.000000
D3POS	0.000000	1.000000
D4POS	0.000000	1.000000
D5NEG	0.000000	1.000000
D6POS	0.000000	1.000000
X1	15.028986	0.000000
X2	28.000000	0.000000
X3	22.000000	0.000000
X4	27.000000	0.000000
D1NEG	6.971014	0.000000
D2NEG	0.000000	0.000000
D3NEG	0.000000	0.000000
D4NEG	0.000000	0.000000
D5POS	0.000000	0.000000
D6NEG	33.434784	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
LAHAN)	218.362320	0.000000
T36)	0.000000	0.000000
T45)	0.000000	0.000000
T54)	0.000000	0.000000
T70)	0.000000	0.000000
JUAL)	0.000000	0.000000
BIAYA)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 4

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
D1POS	1.000000	INFINITY	1.000000
D2POS	1.000000	INFINITY	1.000000
D3POS	1.000000	INFINITY	1.000000
D4POS	1.000000	INFINITY	1.000000
D5NEG	1.000000	INFINITY	1.000000
D6POS	1.000000	INFINITY	1.000000
X1	0.000000	0.433962	0.000000
X2	0.000000	0.000000	1.000000
X3	0.000000	0.000000	1.000000
X4	0.000000	0.000000	1.000000
D1NEG	0.000000	0.000000	0.433962
D2NEG	0.000000	INFINITY	0.000000
D3NEG	0.000000	INFINITY	0.000000
D4NEG	0.000000	INFINITY	0.000000
D5POS	0.000000	INFINITY	0.000000
D6NEG	0.000000	0.000000	0.696970

ROW	CURRENT RHS	RIGHTHAND SIDE RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
LAHAN	13526.000000	INFINITY	218.362320
T36	22.000000	INFINITY	6.971014
T45	28.000000	11.651686	5.404494
T54	22.000000	9.427273	4.372727
T70	27.000000	6.522013	3.025157
JUAL	10242.000000	42.722225	1037.000000
BIAYA	7990.000000	INFINITY	33.434784

Lampiran 3 : Model permintaan rumah tipe 45 naik 5%

MIN d1pos + d2pos + d3pos + d4pos + d5neg + d6pos

SUBJECT TO

lahan) $91x_1+121x_2+158x_3+188x_4 \leq 13526$

t36) $x_1+d1neg-d1pos=21$

t45) $x_2+d2neg-d2pos=29$

t54) $x_3+d3neg-d3pos=22$

t70) $x_4+d4neg-d4pos=27$

jual) $69x_1+89x_2+110x_3+159x_4+d5neg-d5pos=10242$

biaya) $54x_1+69x_2+86x_3+123x_4+d6neg-d6pos=7990$

END

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.0000000E+00

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
D1POS	0.000000	1.000000
D2POS	0.000000	1.000000
D3POS	0.000000	1.000000
D4POS	0.000000	1.000000
D5NEG	0.000000	1.000000
D6POS	0.000000	1.000000
X1	13.739130	0.000000
X2	29.000000	0.000000
X3	22.000000	0.000000
X4	27.000000	0.000000
D1NEG	7.260870	0.000000
D2NEG	0.000000	0.000000
D3NEG	0.000000	0.000000
D4NEG	0.000000	0.000000
D5POS	0.000000	0.000000
D6NEG	34.086956	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
LAHAN)	214.739136	0.000000
T36)	0.000000	0.000000
T45)	0.000000	0.000000
T54)	0.000000	0.000000
T70)	0.000000	0.000000
JUAL)	0.000000	0.000000
BIAYA)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 4

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
D1POS	1.000000	INFINITY	1.000000
D2POS	1.000000	INFINITY	1.000000
D3POS	1.000000	INFINITY	1.000000
D4POS	1.000000	INFINITY	1.000000
D5NEG	1.000000	INFINITY	1.000000
D6POS	1.000000	INFINITY	1.000000
X1	0.000000	0.433962	0.000000
X2	0.000000	0.000000	1.000000
X3	0.000000	0.000000	1.000000
X4	0.000000	0.000000	1.000000
D1NEG	0.000000	0.000000	0.433962
D2NEG	0.000000	INFINITY	0.000000
D3NEG	0.000000	INFINITY	0.000000
D4NEG	0.000000	INFINITY	0.000000
D5POS	0.000000	INFINITY	0.000000
D6NEG	0.000000	0.000000	0.696970

ROW	CURRENT RHS	RIGHTHAND SIDE RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
LAHAN	13526.000000	INFINITY	214.739136
T36	21.000000	INFINITY	7.260870
T45	29.000000	10.651685	5.629213
T54	22.000000	8.618181	4.554545
T70	27.000000	5.962264	3.150944
JUAL	10242.000000	43.555557	947.999939
BIAYA	7990.000000	INFINITY	34.086956

Lampiran 4 : Model permintaan rumah tipe 54 naik 5%

MIN d1pos + d2pos + d3pos + d4pos + d5neg + d6pos

SUBJECT TO

lahan) $91x_1+121x_2+158x_3+188x_4 \leq 13526$

t36) $x_1+d1neg-d1pos=21$

t45) $x_2+d2neg-d2pos=28$

t54) $x_3+d3neg-d3pos=23$

t70) $x_4+d4neg-d4pos=27$

jual) $69x_1+89x_2+110x_3+159x_4+d5neg-d5pos=10242$

biaya) $54x_1+69x_2+86x_3+123x_4+d6neg-d6pos=7990$

END

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.0000000E+00

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
D1POS	0.000000	1.000000
D2POS	0.000000	1.000000
D3POS	0.000000	1.000000
D4POS	0.000000	1.000000
D5NEG	0.000000	1.000000
D6POS	0.000000	1.000000
X1	13.434783	0.000000
X2	28.000000	0.000000
X3	23.000000	0.000000
X4	27.000000	0.000000
D1NEG	7.565217	0.000000
D2NEG	0.000000	0.000000
D3NEG	0.000000	0.000000
D4NEG	0.000000	0.000000
D5POS	0.000000	0.000000
D6NEG	33.521740	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
LAHAN)	205.434784	0.000000
T36)	0.000000	0.000000
T45)	0.000000	0.000000
T54)	0.000000	0.000000
T70)	0.000000	0.000000
JUAL)	0.000000	0.000000
BIAYA)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 4

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
D1POS	1.000000	INFINITY	1.000000
D2POS	1.000000	INFINITY	1.000000
D3POS	1.000000	INFINITY	1.000000
D4POS	1.000000	INFINITY	1.000000
D5NEG	1.000000	INFINITY	1.000000
D6POS	1.000000	INFINITY	1.000000
X1	0.000000	0.433962	0.000000
X2	0.000000	0.000000	1.000000
X3	0.000000	0.000000	1.000000
X4	0.000000	0.000000	1.000000
D1NEG	0.000000	0.000000	0.433962
D2NEG	0.000000	INFINITY	0.000000
D3NEG	0.000000	INFINITY	0.000000
D4NEG	0.000000	INFINITY	0.000000
D5POS	0.000000	INFINITY	0.000000
D6NEG	0.000000	0.000000	0.696970

ROW	CURRENT RHS	RIGHTHAND SIDE RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
LAHAN	13526.000000	INFINITY	205.434784
T36	21.000000	INFINITY	7.565217
T45	28.000000	10.415730	5.865169
T54	23.000000	8.427273	4.745455
T70	27.000000	5.830189	3.283019
JUAL	10242.000000	42.833336	927.000000
BIAYA	7990.000000	INFINITY	33.521740

Lampiran 5 : Model permintaan rumah tipe 70 naik 5%

MIN d1pos + d2pos + d3pos + d4pos + d5neg + d6pos

SUBJECT TO

lahan) $91x_1+121x_2+158x_3+188x_4 \leq 13526$

t36) $x_1+d1neg-d1pos=21$

t45) $x_2+d2neg-d2pos=28$

t54) $x_3+d3neg-d3pos=22$

t70) $x_4+d4neg-d4pos=28$

jual) $69x_1+89x_2+110x_3+159x_4+d5neg-d5pos=10242$

biaya) $54x_1+69x_2+86x_3+123x_4+d6neg-d6pos=7990$

END

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.0000000E+00

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
D1POS	0.000000	1.000000
D2POS	0.000000	1.000000
D3POS	0.000000	1.000000
D4POS	0.000000	1.000000
D5NEG	0.000000	1.000000
D6POS	0.000000	1.000000
X1	12.724638	0.000000
X2	28.000000	0.000000
X3	22.000000	0.000000
X4	28.000000	0.000000
D1NEG	8.275362	0.000000
D2NEG	0.000000	0.000000
D3NEG	0.000000	0.000000
D4NEG	0.000000	0.000000
D5POS	0.000000	0.000000
D6NEG	34.869564	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
LAHAN)	240.057968	0.000000
T36)	0.000000	0.000000
T45)	0.000000	0.000000
T54)	0.000000	0.000000
T70)	0.000000	0.000000
JUAL)	0.000000	0.000000
BIAYA)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 4

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
D1POS	1.000000	INFINITY	1.000000
D2POS	1.000000	INFINITY	1.000000
D3POS	1.000000	INFINITY	1.000000
D4POS	1.000000	INFINITY	1.000000
D5NEG	1.000000	INFINITY	1.000000
D6POS	1.000000	INFINITY	1.000000
X1	0.000000	0.433962	0.000000
X2	0.000000	0.000000	1.000000
X3	0.000000	0.000000	1.000000
X4	0.000000	0.000000	1.000000
D1NEG	0.000000	0.000000	0.433962
D2NEG	0.000000	INFINITY	0.000000
D3NEG	0.000000	INFINITY	0.000000
D4NEG	0.000000	INFINITY	0.000000
D5POS	0.000000	INFINITY	0.000000
D6NEG	0.000000	0.000000	0.696970

ROW	CURRENT RHS	RIGHTHAND SIDE RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
LAHAN	13526.000000	INFINITY	240.057968
T36	21.000000	INFINITY	8.275362
T45	28.000000	9.865169	6.415730
T54	22.000000	7.981819	5.190909
T70	28.000000	5.522013	3.591195
JUAL	10242.000000	44.555553	878.000000
BIAYA	7990.000000	INFINITY	34.869564

Lampiran 6 : Model *Linear Programming*

Memaksimumkan keuntungan $Z = 15x_1 + 19x_2 + 24x_3 + 36x_4$

Dengan kendala:

1. $91x_1 + 121x_2 + 158x_3 + 188x_4 \leq 13526$ (lahan)
 2. $69x_1 + 89x_2 + 110x_3 + 159x_4 \geq 10242$ (penjualan)
 3. $54x_1 + 69x_2 + 86x_3 + 123x_4 \leq 7990$ (biaya)
 4. $x_1 \leq 21$ (rumah tipe 36)
 5. $x_2 \leq 28$ (rumah tipe 45)
 6. $x_3 \leq 22$ (rumah tipe 54)
 7. $x_4 \leq 27$ (rumah tipe 70)
- $x_j \geq 0$ untuk $j = 1, 2, \dots, 4$

Model *Linear Programming* ini digunakan sebagai pembandingan dengan model *Goal Programming* dan keadaan aktual.

Perbandingan hasil dari *Linear Programming*, hasil aktual dan *Goal Programming*

Sasaran	<i>Linear Programming</i>	aktual	<i>Goal Programming</i>
Keuntungan	2267	2252	2285
Tipe 36	21	14	15
Tipe 45	24	44	28
Tipe 54	22	20	22
Tipe 70	27	20	27

Keuntungan dari hasil *Linear Programming* mengalami kenaikan sebesar 0,66% dari keuntungan sebelumnya (aktual). Sedangkan keuntungan dari hasil *Goal Programming* mengalami kenaikan sebesar 1,5 % dari keuntungan sebelumnya

Hasil analisis sensitivitas dari model *Linear Programming* di atas adalah sebagai berikut:

No.	kendala	Nilai sisi kanan	Batas kenaikan	Batas penurunan
1	Lahan kaveling efektif	13526	-	13344
2	Penjualan	10242	10281	-
3	Biaya pengeluaran	7990	8094	7960
4	Tipe 36	21	51	16
5	Tipe 45	28	-	24
6	Tipe 54	22	41	19
7	Tipe 70	27	40	25

Model *Linear Programming* tersebut diselesaikan dengan bantuan program *LINDO*, yaitu:

```

MAX 15x1 + 19x2 + 24x3 + 36x4
SUBJECT TO
lahan) 91x1+121x2+158x3+188x4<=13526
jual) 69x1+ 89x2+110x3+159x4>=10242
biaya) 54x1+ 69x2+ 86x3+123x4<= 7990
t36) x1<=21
t45) x2<=28
t54) x3<=22
t70) x4<=27
END

```

```

LP OPTIMUM FOUND AT STEP      5
      OBJECTIVE FUNCTION VALUE
    1)      2267.420
VARIABLE          VALUE          REDUCED COST
    X1             21.000000          0.000000
    X2             23.811594          0.000000
    X3             22.000000          0.000000
    X4             27.000000          0.000000

      ROW          SLACK OR SURPLUS      DUAL PRICES
    LAHAN)         181.797104            0.000000
    JUAL)          39.231884            0.000000
    BIAYA)         0.000000            0.275362
    T36)           0.000000            0.130435
    T45)           4.188406            0.000000
    T54)           0.000000            0.318841
    T70)           0.000000            2.130435
NO. ITERATIONS=      5

```

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

```

                                OBJ COEFFICIENT RANGES
VARIABLE          CURRENT          ALLOWABLE          ALLOWABLE
                   COEF          INCREASE          DECREASE
    X1             15.000000          INFINITY           0.130435
    X2             19.000000           0.166667          19.000000
    X3             24.000000          INFINITY           0.318841
    X4             36.000000          INFINITY           2.130435

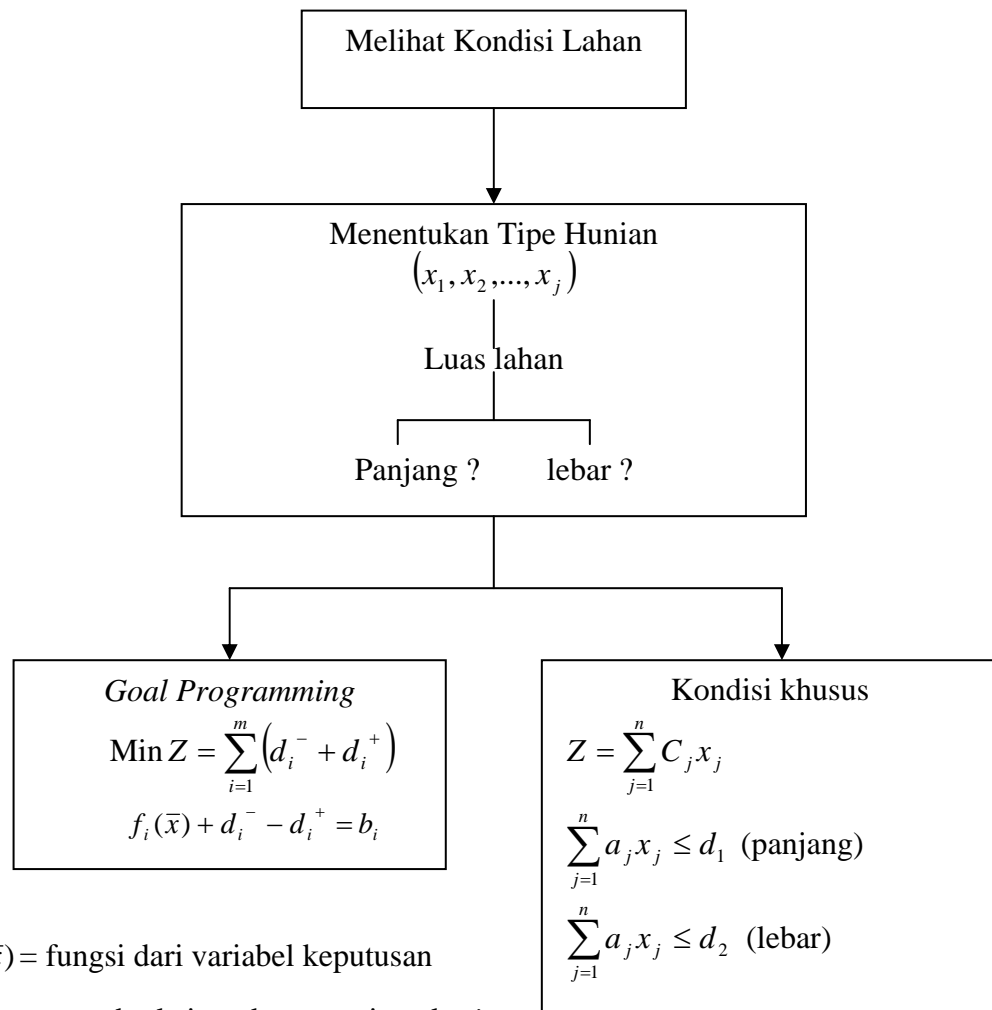
```

```

                                RIGHTHAND SIDE RANGES
      ROW          CURRENT          ALLOWABLE          ALLOWABLE
                   RHS          INCREASE          DECREASE
    LAHAN          13526.000000          INFINITY          181.797104
    JUAL           10242.000000           39.231884          INFINITY
    BIAYA           7990.000000          103.669418          30.415730
    T36             21.000000           30.425926           5.351852
    T45             28.000000          INFINITY           4.188406
    T54             22.000000           19.104652           3.360466
    T70             27.000000           13.357723           2.349594

```

Lampiran 7 : Diagram alir pembangunan *real estate*



$f_i(\bar{x})$ = fungsi dari variabel keputusan

yang berkaitan dengan tujuan ke- i .

b_i = nilai sisi kanan (*RHS values*)

d_i^- = penyimpangan negatif dari b_i

d_i^+ = penyimpangan positif dari b_i

x_j = jumlah rumah tipe ke- j

a_j = panjang tanah yang digunakan

untuk satu unit rumah tipe ke- j (m)

b_j = lebar tanah yang digunakan untuk
satu unit rumah tipe ke- j (m)

d_1 = panjang lahan keseluruhan (m)

d_2 = lebar lahan keseluruhan (m)

C_j = koefisien x_j pada Z

j = banyaknya variabel keputusan

Dari diagram alir di atas dapat diuraikan langkah-langkah yang dilakukan pengembang *real estate* dalam tahap pembangunan.

1. Melihat kondisi lahan

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam langkah pertama ini, yaitu kawasan lahan, kontur tanah, bentuk lahan dan luas lahannya.

2. Menentukan tipe hunian

Setelah lahan diperoleh dan dengan melihat beberapa hal yang diperhatikan dalam tahap sebelumnya maka dapat ditetapkan jenis hunian yang akan dibangun. Pada umumnya jika pengembang *real estate* membebaskan lahan di kawasan pinggiran kota (daerah urban) maka jenis hunian yang dibangun adalah tipe menengah ke bawah. Jika lahan berada dikawasan pusat kota maka jenis hunian yang dibangun adalah tipe besar. Selain itu luas lahan dan bentuk lahan dengan panjang dan lebar tertentu juga mempengaruhi penentuan tipe hunian. Dari sini akan ditetapkan pula luas tanah serta luas bangunan untuk setiap tipe hunian.

3. *Goal Programming*

Goal programming ini dilakukan dengan membuat perumusan model *goal programming* sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Dapat dilihat pada poin 2.2.6.

4. Kondisi khusus

Ini diselesaikan dengan penyelesaian khusus, misal memasukkan kendala-kendala khusus seperti kendala panjang dan kendala lebar sesuai bentuk lahan dan ketersediaan panjang serta lebar lahannya. Bisa juga dengan menambahkan kendala khusus lainnya jika lahan yang ada berbentuk khusus (tidak umum).

Lampiran 8 : Site plan dari Taman Pondok Jati pada tahun 2004

Lampiran 9 : Hasil Survei pada Tanggal 28 – 30 Juli 2006

Responden	Kriteria														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1/9	1/9	1/9	1/9	8	1/6	1/6	1/6	1/6	1/9	1	5	1	3	7
2	1/9	1/9	1/9	1/9	9	1	5	6	8	6	1	9	1/5	2	1/6
3	1/6	1/7	1/6	1/5	1/7	1/6	8	8	5	1/9	3	9	2	4	5
4	1/9	1/9	1/9	1/9	8	1/7	5	3	4	1/9	4	7	1/3	1/3	1/2
5	1/9	1/9	1/9	1/9	6	7	9	9	5	1/9	3	9	1/5	1/2	1/3
6	1/9	1/9	1/9	1/9	9	1/5	3	4	5	1/9	3	5	1/2	2	5
7	1/9	1/9	1/9	1/9	5	5	3	3	1	1/9	2	4	3	1	1
8	1/9	1/9	1/9	1/9	8	1/5	1/3	3	3	1/9	4	8	1	2	2
9	1/9	1/9	1/9	1/9	6	7	5	5	6	1/9	3	9	1	2	1
10	1/9	1/9	1/9	1/9	7	7	8	9	8	1/9	3	8	1	4	2
11	1/9	1/9	1/9	1/9	8	8	5	5	7	1/9	1/3	8	1/3	2	2
12	3	3	3	2	2	1/4	4	3	2	6	6	6	1/3	1/2	2
13	2	2	2	1	1	2	3	3	2	6	6	5	1	1/3	2
14	1/9	3	3	4	5	1/4	3	1	1	4	4	4	1/2	1/4	1/6
15	1/9	1/9	1/9	4	6	6	3	3	1	1/9	1/5	6	1	1	1/3
16	1/9	4	3	2	1	6	5	4	4	1	1/3	1/4	1/2	2	1/3
17	1/9	1/9	1/9	1/9	6	7	2	3	5	1/9	1/5	7	1	3	1
18	1/9	1/9	1/9	6	4	3	3	6	5	3	2	2	1	1/2	1/2
19	1/9	1/9	1/9	1/9	3	3	4	5	5	1/9	1/5	3	1	5	1
20	1/9	1/9	1/9	5	4	3	3	4	5	1/9	1/5	6	1/2	1/3	1/4
21	1/9	1/9	1/9	1/9	1/3	1/2	1/7	2	7	1/9	1	2	1/9	7	1/6
22	1/9	1/5	1/9	1/5	1/4	1/2	1/6	7	9	1/5	2	5	1/9	7	1/6
23	1/9	1/9	1/9	1/9	1/5	2	1/7	1/5	5	1/9	3	1/5	1/9	6	1/6
24	1/9	1/2	1/8	1/2	2	2	1/2	1/4	7	1/9	1/7	1/4	1/9	6	1
25	1/9	1/2	1/9	1/2	3	1/3	1/2	1/3	5	1/9	1/6	1/3	1/9	6	2

Responden	Kriteria														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
26	1/9	1/9	1/9	1/9	4	1/3	1/4	1/2	6	1/9	1/4	1/2	1/9	7	4
27	1/9	1/3	1/8	1/3	2	3	2	1	6	1/9	1/5	1	1/9	6	1/5
28	1/9	1/6	1/8	1/6	1	3	1/2	6	7	1/6	2	4	1/9	7	3
29	1/9	1/3	1/9	1/3	3	4	1	5	9	1/9	3	3	1/9	8	1/4
30	1/9	1/9	1/9	1/9	1/3	4	1/3	4	7	1/9	1	4	1/9	7	1/4
31	1/9	1/8	1/8	1/8	1/4	1/4	1/2	1/4	4	1/8	1	1/4	1/8	8	4
32	1/9	1/2	1/9	1	1/3	1/4	1/8	1/5	8	1/9	2	1/5	1/9	9	3
33	1/9	1/4	1/9	1/4	2	5	1	6	9	1/9	1/3	4	1/9	7	1/2
34	1/9	1/6	1/9	1/6	3	5	1/2	6	9	1/6	1	4	1/9	7	1/2
35	1/9	1/9	1/9	2	1/3	1/5	1/2	1/6	6	1/9	1/3	1/6	1/9	5	4
36	1/9	1/4	1/8	1/4	1/3	1/5	1/2	1/5	5	1/9	1	1/5	1/9	4	1/2
37	1/9	1/8	1/9	1/8	3	6	1	5	9	1/8	1/4	5	1/8	8	1
38	1/9	1	1/8	3	4	7	2	7	9	1/9	1	5	1/9	6	4
39	1/9	1/8	1/9	1/8	2	1/7	1/6	2	6	1/8	1/4	2	1/8	9	5
40	1/9	1	1/9	1	1/3	1/6	1/9	1/2	5	1/9	1/2	1/2	1/9	7	4
41	1/9	1/5	1/9	1/5	1/4	1	1/4	3	5	1/5	1/5	2	1/5	8	1
42	1/9	1	1/9	1	1	1	1/5	3	6	1/9	1/2	2	1/9	9	4
43	1/9	1	1/9	1	1/5	1	1/7	5	7	1/9	1/5	5	1/9	7	2
44	1/9	1/4	1/8	1/4	1/6	3	1/8	3	8	1/9	1/5	3	1/9	6	2
45	1/9	1/4	1/9	1/4	1/5	4	1/9	6	8	1/9	1	4	1/9	8	3
46	1/9	1/2	1/9	1/2	1/4	5	1/5	7	9	1/2	2	5	1/9	7	3
47	1/9	1/6	1/8	1/6	3	6	1	8	9	1/6	1/3	4	1/9	8	4
48	1/9	1/7	1/9	1/7	1/2	5	1	7	9	1/7	1	3	1/9	7	1
49	1/9	1	1/8	1	3	7	3	8	9	1	3	5	1/9	8	4
50	1/9	1	1/9	1	3	7	2	9	9	1	3	5	1/9	9	4
Rata-rata	1/5	1/2	1/3	5/6	3	3	2	4	6	2/3	1 4/7	4	3/7	5	2
Rata-rata	0.21	0.51	0.33	0.83	3.01	3.01	2.03	4.00	5.98	0.67	1.58	3.98	0.42	5.03	1.89

Perbandingan alternatif terhadap kriteria (A = harga rumah)

perbandingan	RESPONDEN																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	5	1/9	8	8	6	7	6	5	7	8	7	3	2	4	6	2	4	5	1	2	1/3	1/4	1/5	2	3
2	5	1/9	8	9	6	7	6	5	8	8	7	2	2	5	7	2	4	5	1	2	1/2	1/2	2	2	1/3
3	5	1/9	8	9	6	6	6	5	9	8	7	3	1	4	6	2	4	5	1	2	1	3	4	3	2
4	5	1/9	1	1	1	1	6	5	1	1	1	2	1	5	5	1	3	5	1	1	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9
5	5	1/9	8	7	6	5	6	5	8	7	5	2	2	5	4	1	3	5	1/2	1	1/3	1/4	1/5	4	3
6	5	1/9	8	7	6	5	6	5	7	7	4	2	3	5	4	1	3	5	1/2	1	1/2	1/2	2	2	1/3

RESPONDEN																									rata-rata	rata-rata	
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50			
4	2	1	3	1/3	1/4	1/3	4	3	1/3	1/3	4	4	2	1/3	1/4	1	1/5	1/6	1/5	1/4	3	1/2	7	7	3	3.01	
1/3	1	3	2	2	1/4	1/4	3	3	1/5	1/5	2	3	1/7	1/6	1/5	1/3	1/3	1	4	3	4	2	5	5	3	3.00	
5	4	5	8	5	7	5	3	5	1	1	2	6	9	7	4	9	7	5	6	7	6	7	8	9	5	5.02	
1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1	1.01
6	5	1	3	1/3	1/4	1/3	3	3	1/3	1/3	3	6	2	1/3	1/4	3	1/5	1/6	1/5	1	3	3	5	7	3	3.00	
1/3	3	3	4	4	1/4	1/4	1	3	1/5	1/5	4	5	1/7	1/6	1	1	1	3	4	3	4	5	5	5	3	3.01	

Keterangan:

- Perbandingan 1 : tipe 36 dibanding tipe 45
- Perbandingan 2 : tipe 36 dibanding tipe 54
- Perbandingan 3 : tipe 36 dibanding tipe 70
- Perbandingan 4 : tipe 45 dibanding tipe 54
- Perbandingan 5 : tipe 45 dibanding tipe 70
- Perbandingan 6 : tipe 54 dibanding tipe 70

Perbandingan alternatif terhadap kriteria (B = model rumah)

perbandingan	RESPONDEN																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	1/4	1/6	1/5	1/5	2	1/3	1/3	1/8	1/6	5	1/4	1/3	1/3	1/3	4	1/3	1/2	1/4	3	1	1/6	1/6	1/6	2	3
2	1/6	1/5	1/5	1/5	1/4	1/3	1/3	1/8	1/6	3	1/4	1/2	1/2	1/3	1/3	1/2	1/2	1/4	3	1	1/9	1/9	1/9	1/8	1/9
3	1/7	1/7	1/5	1/5	1/4	1/4	1/5	1/8	1/7	3	1/3	1/2	1/2	1/4	1/3	1	1/2	1/4	3	1	1/9	1/9	1/9	1/8	1/9
4	1/5	1/8	1/5	1/6	1/4	1/4	1/5	1/8	1/5	4	1/4	1/2	1/2	1/4	1/4	1/3	1/2	1/4	2	2	1/6	1/6	1/6	2	3
5	1/7	1/7	1/5	1/6	1/6	1/2	1/6	1/8	1/5	5	1/4	1	1/2	1/5	1/4	1/2	1/2	1/4	2	3	1/6	1/6	1/6	2	3
6	1/7	1/6	1/5	1/6	1/6	1/2	1/6	1/8	1/5	5	1/3	1	1/3	1/4	1/2	1/3	1/2	1/4	2	3	1/8	1/8	1/8	1/6	1/5

RESPONDEN																									rata-rata	rata-rata
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50		
4	1/5	5	1/4	1/4	4	3	1/2	1/2	4	1/2	1	4	5	5	1	5	6	2	3	5	4	1	6	5	2	2.03
1/9	1/8	1/8	1/9	1/9	1/8	1/9	1/9	1/9	1/9	1/8	1/9	1/8	1/9	1/8	1/9	1/8	1/9	1/8	1/9	1/9	1/8	1/9	1/8	1	1/3	0.33
1/9	1/8	1/8	1/9	1/9	1/8	1/9	1/9	1/9	1/9	1/8	1/9	1/8	1/9	1/8	1/9	1/8	1/9	1/8	1/9	1/9	1/8	1/9	1/8	1	1/3	0.34
4	1/5	5	1/4	1/4	5	6	1/2	1/2	6	1/2	1	5	4	6	1	5	5	2	3	5	4	1	6	6	2	2.04
4	1/5	5	1/4	1/4	5	6	1/2	1/2	6	1/2	1	5	4	4	1	5	5	2	3	5	4	1	5	6	2	2.04
1/2	1/2	1/2	1	1/7	2	1	1	3	3	1/3	1/3	1	1	2	1	1/3	1/3	3	3	1	1	2	2	2	1	0.98

Keterangan: Perbandingan 1 : tipe 36 dibanding tipe 45
 Perbandingan 2 : tipe 36 dibanding tipe 54
 Perbandingan 3 : tipe 36 dibanding tipe 70
 Perbandingan 4 : tipe 45 dibanding tipe 54
 Perbandingan 5 : tipe 45 dibanding tipe 70
 Perbandingan 6 : tipe 54 dibanding tipe 70

Perbandingan alternatif terhadap kriteria (C = lokasi rumah)

perbandingan	RESPONDEN																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	1/6	1/6	1/7	1/6	1/5	7	1/4	1/9	1/5	1/5	1/5	1/2	1/2	1/2	1/4	1/3	3	1/2	1/2	2	1/8	1/8	1/8	1/6	1/5
2	1/6	1/7	1/7	1/6	1/4	7	1/4	1/9	1/5	1/5	1/3	1/3	1/2	1/6	1/3	1/4	3	1/2	1/2	2	1/6	1/8	1/8	1/8	1/7
3	1/6	1/5	1/7	1/6	1/3	1/3	1/3	1/9	1/5	1/4	1/4	1/3	1/2	1/2	1/3	1/3	3	1/2	1/2	2	1/8	1/5	1/5	1/2	1/2
4	1/7	1/6	1/7	1/7	1/5	1/3	1/3	1/9	1/4	1/4	1/3	1/3	1/2	1/4	1/4	1/2	3	1/2	1/3	1	1/8	1/8	1/7	1/4	1/4
5	1/7	1/7	1/7	1/7	1/4	1/4	1/2	1/9	1/4	1/3	1/2	1/2	1/3	1/3	1/5	1/3	2	1/2	1/3	1	1/8	1/8	1/8	1/2	1/2
6	1/7	1/8	1/7	1/7	1/4	1/4	1/2	1/9	1/4	1/3	1	1/2	1/3	1/2	1/5	1/4	2	1/2	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1	1

RESPONDEN																									rata-rata	rata-rata
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50		
1/2	1/2	1/2	1	1/7	2	1	1	3	3	1/3	1/3	1	1	2	1	1/3	1/3	3	3	1	1	2	2	1	1	0.99
1/7	1/7	1/7	2	2	3	2	3	2	2	1	1	1/3	1/3	1	1/3	1/4	1/4	1	1	1	3	2	3	1	1	1.00
1/4	1/4	1/4	1/3	1/3	1	1	2	1/3	1/3	3	3	1	2	3	2	2	2	3	3	2	1	2	2	1	1	1.00
1/2	1/2	1/2	1/4	1/2	1/5	2	1	1/5	1/5	1	1	2	3	4	5	1/5	1/5	1	1	1	3	4	5	2	1	0.98
1/4	1/4	1/4	1/5	1/5	1/5	4	3	1	1	2	2	3	3	4	3	1	1	1/3	1/3	1/3	1/5	1	5	3	1	0.98
2	2	3	3	2	3	5	3	1/8	1/8	1/8	1/8	1	1	1	1	1/6	1/6	1/2	1/2	1/4	1/4	3	2	3	1	0.98

Keterangan:

- Perbandingan 1 : tipe 36 dibanding tipe 45
- Perbandingan 2 : tipe 36 dibanding tipe 54
- Perbandingan 3 : tipe 36 dibanding tipe 70
- Perbandingan 4 : tipe 45 dibanding tipe 54
- Perbandingan 5 : tipe 45 dibanding tipe 70
- Perbandingan 6 : tipe 54 dibanding tipe 70

Perbandingan alternatif terhadap kriteria (D = tata ruang rumah)

perbandingan	RESPONDEN																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	1/7	1/6	1/7	1/7	1/6	1/5	1/5	1/8	1/7	1/6	1/6	1/2	1/5	1/8	1/6	1/6	1/3	1/5	1/3	1/7	1/9	1/9	1/9	1/8	1/9
2	1/8	1/6	1/7	1/7	1/6	1/5	1/5	1/8	1/7	1/6	1/6	1/2	1/5	1/7	1/7	1/6	1/3	1/5	1/3	1/8	1/9	1/9	1/9	1/8	1/9
3	1/8	1/6	1/7	1/6	1/5	1/6	1/6	1/8	1/6	1/6	1/7	1/3	1/6	1/6	1/7	1/6	1/4	1/5	1/3	1/8	1/9	1/9	1/9	1/8	1/9
4	1/7	1/7	1/7	1/6	1/5	1/6	1/6	1/8	1/6	1/7	1/7	1/3	1/7	1/6	1/7	1/6	1/4	1/5	1/3	1/8	1/6	1/6	1/6	2	3
5	1/7	1/7	1/7	1/7	1/4	1/7	1/5	1/8	1/6	1/7	1/6	1/4	1/6	1/6	1/8	1/6	1/5	1/5	1/3	1/6	1/9	1/9	1/9	1/8	1/9
6	1/6	1/7	1/7	1/6	1/4	1/7	1/5	1/8	1/6	1/7	1/5	1/4	1/4	1/6	1/8	1/6	1/5	1/5	1/3	1/6	1/9	1/9	1/9	1/8	1/9

RESPONDEN																									rata-rata	rata-rata
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50		
1/7	1/8	1/8	1/6	1/6	1/5	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/3	1/3	3	1/3	1/8	1/3	1/2	1/6	1/2	1/8	1/2	3	1/2	1/3	0.33
1/7	1/8	1/8	1/6	1/6	1/5	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/3	1/3	3	1/3	1/8	1/3	1/2	1/6	1/2	1/8	1/2	3	1/2	1/3	0.33
1/7	1/8	1/8	1/6	1/6	1/6	1/9	1/9	1/9	1/8	1/7	1/8	1/5	1/5	1/6	1/9	1	1/9	1/7	1/9	1/6	1	1/3	1	1/3	1/5	0.21
4	1/5	5	1/4	1/4	7	6	1/2	1/2	6	1/2	1	6	5	7	1	5	5	2	3	5	4	1	8	7	2	1.99
1/7	1/8	1/8	1/6	1/6	1/5	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/3	1/3	3	1/3	1/8	1/3	1/2	1/6	1/2	1/8	1/2	3	1/2	1/3	0.33
1/7	1/8	1/8	1/6	1/6	1/5	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/3	1/3	3	1/3	1/8	1/3	1/2	1/6	1/2	1/8	1/2	3	1/2	1/3	0.33

Keterangan:

- Perbandingan 1 : tipe 36 dibanding tipe 45
- Perbandingan 2 : tipe 36 dibanding tipe 54
- Perbandingan 3 : tipe 36 dibanding tipe 70
- Perbandingan 4 : tipe 45 dibanding tipe 54
- Perbandingan 5 : tipe 45 dibanding tipe 70
- Perbandingan 6 : tipe 54 dibanding tipe 70

Perbandingan alternatif terhadap kriteria (E = bahan bangunan)

perbandingan	RESPONDEN																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	1/7	1/7	1/8	1/6	1/5	1/6	1/6	1/7	1/7	1/5	1/4	1/5	1/3	1/7	1/6	1/5	1/6	1/6	1/2	1/6	1/9	1/9	1/9	1/8	1/9
2	1/7	1/7	1/8	1/6	1/6	1/5	1/6	1/7	1/7	1/5	1/3	1/5	1/2	1/7	1/6	1/5	1/6	1/6	1/2	1/6	1/8	1/8	1/8	3	5
3	1/7	1/7	1/8	1/7	1/7	1/4	1/7	1/7	1/8	1/4	1/2	1/6	1/3	1/6	1/6	1/5	1/6	1/6	1/2	1/6	1/8	1/8	1/8	1/8	1/4
4	1/6	1/7	1/8	1/7	1/7	1/4	1/7	1/7	1/8	1/4	1/2	1/6	1/2	1/6	1/7	1/5	1/6	1/6	1/2	1/5	1/6	1/8	1/8	1/8	1/8
5	1/8	1/7	1/8	1/8	1/6	1/3	1/8	1/7	1/8	1/3	1	1/5	1/4	1/7	1/7	1/5	1/7	1/6	1/2	1/5	1/6	1/6	1/6	2	3
6	1/8	1/7	1/8	1/8	1/5	1/2	1/8	1/7	1/8	1/3	1	1/4	1/4	1/7	1/7	1/5	1/7	1/6	1/2	1/5	1/9	1/5	1/9	1/2	1/2

RESPONDEN																									rata-rata	rata-rata
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50		
1/7	1/8	1/8	1/6	1/6	1/5	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/3	1/3	3	1/3	1/8	1/3	1/2	1/6	1/2	1/8	1/2	3	1/2	1/3	0.33
6	3	7	4	5	6	7	6	5	3	5	4	4	6	8	1/2	1/2	8	5	6	7	9	8	9	5	3	2.99
1/4	1/4	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/5	1/5	1	1/7	1/5	1	1/8	1	1/2	1	1/2	1	1/5	1/3	0.33
1/5	1	1/4	1/4	1	1/2	4	1/4	1	1/4	1/5	1/2	1/5	1/2	2	3	1/5	3	5	3	4	6	2	5	2	1	1.01
4	1/5	5	1/4	1/4	7	6	1/2	1/2	6	1/2	1	6	5	7	1	5	5	2	3	5	4	1	8	7	2	2.01
1/9	1/3	1/6	1/3	1/9	1/8	1	1/4	1/6	2	1/4	1/8	3	1/8	3	1/5	1	1	1/4	1/4	1/2	1/6	1/7	1	1	1/2	0.46

Keterangan:

- Perbandingan 1 : tipe 36 dibanding tipe 45
- Perbandingan 2 : tipe 36 dibanding tipe 54
- Perbandingan 3 : tipe 36 dibanding tipe 70
- Perbandingan 4 : tipe 45 dibanding tipe 54
- Perbandingan 5 : tipe 45 dibanding tipe 70
- Perbandingan 6 : tipe 54 dibanding tipe 70

Perbandingan alternatif terhadap kriteria (F = kondisi jalan)

perbandingan	RESPONDEN																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	1/8	1/5	1/8	1/6	1/4	1/6	1/5	1/6	1/5	1/5	1	1/2	1/4	1/6	1/4	1/4	1/5	1/2	1/3	1/4	1/8	1/8	1/8	1/6	1/5
2	1/8	1/6	1/8	1/7	1/5	1/6	1/5	1/6	1/5	1/5	2	1/2	1/3	1/6	1/4	1/4	1/5	1/2	1/3	1/4	1/6	1/8	1/8	1/8	1/7
3	1/8	1/7	1/8	1/7	1/5	1/7	1/6	1/6	1/5	1/6	2	1/2	1/2	1/6	1/5	1/4	1/6	1/2	1/3	1/4	1/8	1/5	1/5	1/2	1/2
4	1/8	1/8	1/7	1/8	1/6	1/7	1/7	1/6	1/6	1/6	2	1/2	1	1/7	1/5	1/4	1/6	1/2	1/3	1/4	1/8	1/8	1/7	1/4	1/4
5	1/8	1/6	1/7	1/7	1/6	1/7	1/8	1/6	1/6	1/7	1	1/2	1/2	1/7	1/5	1/4	1/6	1/2	1/4	1/5	1/8	1/8	1/8	1/2	1/2
6	1/8	1/7	1/7	1/8	1/7	1/7	1/8	1/6	1/6	1/7	1	1/2	1/2	1/7	1/4	1/4	1/7	1/2	1/4	1/5	1/3	1/3	1/3	1	1

RESPONDEN																									rata-rata	rata-rata
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50		
1/2	1/2	1/2	1	1/7	2	3	1	4	4	1/3	1/3	1	1	2	1	1/3	1/3	3	3	1	5	2	2	5	1	1.00
1/7	1/7	1/7	2	2	4	3	4	2	2	1	1	1/3	1/3	1	1/3	1/4	1/4	1	1	4	3	3	4	3	1	1.00
1/4	1/4	1/4	1/3	1/3	1	1	2	1/3	1/3	3	3	1	2	4	2	2	2	4	3	2	1	2	4	1	1	1.00
1/2	1/2	1/2	1/4	1/2	1/5	2	1	1/5	1/5	1	1	2	4	5	5	1/5	1/5	1	1	1	3	4	6	2	1	0.99
1/4	1/4	1/4	1/5	1/5	1/5	4	3	1	1	2	2	5	3	4	3	1	1	1/3	1/3	1/3	1/5	1	5	5	1	1.00
2	2	3	3	4	4	5	5	1/8	1/8	1/8	1/8	1	1	1	1	1/6	1/6	1/2	1/2	1/4	1/4	2	2	3	1	0.99

Keterangan:

- Perbandingan 1 : tipe 36 dibanding tipe 45
- Perbandingan 2 : tipe 36 dibanding tipe 54
- Perbandingan 3 : tipe 36 dibanding tipe 70
- Perbandingan 4 : tipe 45 dibanding tipe 54
- Perbandingan 5 : tipe 45 dibanding tipe 70
- Perbandingan 6 : tipe 54 dibanding tipe 70