

OPTIMALISASI KOMPOSISI TIPE RUMAH PADA PENGEMBANGAN PERUMAHAN PURI KELAPA GADING

Finny N. C. Rotinsulu

Ariestides K. T. Dundu, Jermias Tjakra

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: rotinsulufinny@gmail.com

ABSTRAK

Rumah merupakan kebutuhan dasar bagi manusia. Seiring dengan bertambahnya penduduk mengakibatkan kebutuhan akan tempat tinggal juga meningkat sehingga banyak pengembang bermunculan membangun perumahan dan menyediakan tempat tinggal mulai dari tipe rumah sangat sederhana sampai tipe rumah mewah. Salah Satu pengembang perumahan di Kota Manado adalah PT. Cakra Buana Megah yang menawarkan empat tipe rumah, yaitu tipe rumah 98/300, tipe rumah 78/180, tipe rumah 58/180 dan tipe rumah 48/144. Untuk mendapatkan jumlah yang optimal dari setiap rumah yang akan dibangun serta keuntungan yang sesuai dengan batasan-batasan yang tersedia, maka dibentuk model optimalisasi untuk menghitung berapa jumlah masing-masing tipe rumah yang akan dibangun dengan menggunakan metode simpleks dan program komputer POM QM for Windows. Hasil analisis menunjukkan optimal jumlah rumah yang akan dibangun pada setiap tipe yaitu yaitu tipe rumah 98/300 sebanyak 5 unit, tipe rumah 78/180 sebanyak 26 unit, tipe rumah 58/180 sebanyak 47 unit dan tipe rumah 48/144 sebanyak 63 unit dan mendapatkan keuntungan maksimal yang diperoleh dari Perumahan Puri Kelapa Gading sebesar Rp. 17.892.000.000,-

Kata Kunci : *Perumahan, Optimalisasi, Metode Simpleks, POM QM for Windows*

PENDAHULUAN

Latar belakang

Rumah merupakan kebutuhan dasar bagi manusia yang berfungsi sebagai tempat tinggal atau hunian dan sarana pembinaan keluarga. Seiring dengan bertambahnya penduduk, mengakibatkan kebutuhan akan tempat tinggal juga meningkat. Melihat dari keadaan ini banyak pengembang bermunculan membangun perumahan dan menyediakan tempat tinggal mulai dari rumah tipe sangat sederhana sampai tipe rumah mewah. Pengembang biasanya lebih tertarik mengembangkan tipe rumah mewah karena lebih menguntungkan dibandingkan jika mengembangkan tipe rumah yang sederhana. Namun di sisi lain masyarakat lebih banyak memilih tipe rumah sederhana yang sesuai dengan kemampuan mereka. Menyadari akan pentingnya kebutuhan rumah tersebut, menjadikan permasalahan bagi pemerintah dalam mengupayakan pengembang menyediakan tipe rumah sederhana bagi meningkatkan kualitas kehidupan masyarakat.

Upaya Pemerintah ini tertuang dalam Undang-Undang no.4. tahun 1992 tentang Perumahan dan Pemukiman (UUPP) tentang

upaya penataan dan pengendalian tanah untuk perumahan. Pengembang dalam perencanaan dan pembangunan dibatasi dengan kebijakan pemerintahan yang tertuang dalam surat keputusan bersama antara Menteri Dalam Negeri (No.648.384). Menteri Pekerjaan Umum (No.09/KPTS/1992) tanggal 16 November 1992 mengenai hunian Berimbang. Maksud dari berimbangan ini meliputi rumah sederhana, rumah menengah dan rumah mewah dengan memiliki perbandingan sebesar 6 (enam) atau lebih, berbanding 3 (tiga) atau lebih, berbanding 1 (satu). Sehingga dapat terwujud lingkungan hunian masyarakat yang serasi, yang dapat mengakomodasikan kelompok masyarakat dalam berbagai status sosial, tingkat ekonomi dan profesi.

Masalah pembangunan perumahan juga terjadi di kota Manado. Peningkatan jumlah penduduk yang terus menerus mengakibatkan semakin banyak permintaan rumah dengan kualitas yang baik dan harga yang terjangkau. Selain itu masalah yang timbul adalah terbatasnya lahan untuk daerah hunian, khususnya yang berdekatan dengan pusat kota. Makin terbatas dan mahalnya di daerah pusat kota menjadi pemicu bagi pengembangan perumahan

di Kota Manado dengan tipe-tipe rumah yang bervariasi. Masalah utama bagi pengembang adalah bagaimana mengoptimalkan jumlah produksi masing-masing tipe rumah agar mendapatkan keuntungan maksimal.

Melihat dari permasalahan ini diperlukan jalan keluar yang diharapkan dapat memberikan keuntungan yang maksimal. Salah satu metode atau cara yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan sistem pemrograman linear pada pembangunan di perumahan. Sistem ini dapat membantu menformulasikan komposisi jumlah tipe rumah yang akan dibangun, dimana metode simpleks merupakan suatu metode yang secara sistematis dimulai dari suatu penyelesaian dasar yang fisibel ke pemecahan dasar fisibel lainnya, yang dilakukan berulang ulang (interatif) sehingga mencapai suatu penyelesaian optimum.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah dalam penelitian ini diambil adalah:

- 1) Berapa jumlah optimasi pada komposisi tipe rumah yang akan dibangun pada proyek perumahan.
- 2) Berapa keuntungan maksimal pada pembangunan proyek perumahan.

Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- 1) Data yang akan digunakan adalah data tipe rumah, luas lahan, biaya produksi dan harga jual.
- 2) Metode yang akan digunakan untuk menghitung optimasi komposisi tipe rumah serta keuntungan maksimal adalah dengan menggunakan metode simpleks dan program komputer POM QM for Windows.
- 3) Bentuk geometri dari lahan yang akan dibangun pada proyek perumahan tidak diperhitungkan.
- 4) Tidak memperhitungkan *Time Value of Money*.

Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Memperoleh jumlah optimasi pada setiap tipe rumah yang akan dibangun pada proyek perumahan.
- 2) Mendapatkan keuntungan maksimal dari pembangunan proyek perumahan.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh adalah:

- 1) Menambah wawasan peneliti mengenai metode simpleks dan program komputer POM QM for Windows
- 2) Memberikan informasi kepada pengembang untuk dapat mengetahui optimasi komposisi tipe rumah yang akan dibangun sehingga mendapatkan keuntungan yang maksimal.

LANDASAN TEORI

Optimalisasi

Optimalisasi (*Optimization*) adalah suatu proses untuk mencari hasil terbaik. Sistem ini umumnya mengacu pada teknik pemrograman matematika yang membahas atau membuat jalannya program penelitian (*research programming*) tentang masalah yang sedang dihadapi. Pandangan lain menyatakan bahwa optimalisasi adalah proses yang dilakukan dengan cara terbaik terhadap suatu pekerjaan untuk mendapatkan keuntungan tanpa harus mengurangi kualitas pekerjaan (Santina, dkk, 2018).

Model Optimalisasi ini adalah penyusunan model dari keadaan nyata yang diubah ke dalam model dengan pemisahan elemen-elemen pokok agar penyelesaian yang sesuai dengan tujuan pengambilan keputusan dapat tercapai (Hukom, dkk, 2012).

Pemrograman Linier

Pemrograman linear merupakan salah satu pemecahan masalah dalam penentuan solusi yang optimal. Pemrograman linear merupakan metode matematika dalam memecahkan masalah optimasi (maksimum dan minimum) dengan memperhatikan suatu sistem ketidaksamaan linier yang dinyatakan dalam bentuk variabel-variabel tertentu (Marzukoh, 2017).

Pemrograman linear dirancang untuk membantu manajer operasi dalam merencanakan dan membuat keputusan dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai tujuan perusahaan. Tujuan perusahaan pada umumnya adalah memaksimalkan keuntungan, namun karena adanya terbatasnya sumber daya, maka dapat juga perusahaan meminimalkan biaya.

Model matematis perumusan masalah umum pengalokasian sumber daya untuk berbagai kegiatan, disebut sebagai model pemrograman linear. Model Pemrograman linear

ini merupakan bentuk dan susunan dari penyajian masalah-masalah yang akan dipecahkan dengan teknik pemrograman linear. Dalam model pemrograman linear dikenal 2 macam fungsi, yaitu fungsi tujuan (*objective function*) dan fungsi-fungsi batasan (*constraint function*).

Fungsi tujuan (*objective function*) adalah fungsi yang menggambarkan tujuan atau sasaran di dalam permasalahan pemrograman linear yang berkaitan dengan pengaturan secara optimum sumber daya-sumber daya untuk memperoleh keuntungan maksimal atau biaya minimal. Atau dengan kata lain fungsi tujuan merupakan hubungan matematika linear yang menjelaskan tujuan dari perusahaan dalam terminology variabel keputusan. Fungsi tujuan mempunyai salah satu target yaitu memaksimalkan atau meminimumkan suatu nilai yang umumnya nilai akan dioptimalkan dinyatakan sebagai Z.

Fungsi batasan atau fungsi kendala (*constraint function*) merupakan bentuk penyajian secara matematis batasan-batasan kapasitas yang tersedia yang akan dialokasikan secara optimal ke berbagai kegiatan. Fungsi batasan juga merupakan hubungan linear secara variabel-variabel keputusan. Batasan-batasan dapat berupa keterbatasan sumber daya atau pedoman.

Metode Simpleks

Metode Simpleks merupakan prosedur algoritma yang digunakan untuk menghitung dan menyimpan banyak angka pada iterasi-iterasi yang sekarang dan untuk pengambilan keputusan pada iterasi berikutnya (Sriwidadi, dkk, 2013). Setiap kali prosedur sistematis digunakan disebut satu iterasi, sehingga dapat mencapai suatu pemecahan dasar optimum dan pada setiap langkah menghasilkan suatu nilai dari fungsi tujuan yang selalu lebih besar, lebih kecil atau sama dengan dari langkah langkah sebelumnya (Natalia, dkk, 2015).

Apabila satu masalah linear program hanya mengandung dua kegiatan atau variabel-variabel keputusan saja, maka akan dapat diselesaikan dengan metode grafik. Tetapi bila melibatkan lebih dari dua kegiatan maka tidak dapat menggunakan metode grafik, sehingga diperlukan metode simpleks.

Metode simpleks merupakan suatu cara yang lazim digunakan untuk menentukan kombinasi optimal dari tiga variabel atau lebih (Sudarsana, 2009).

Penyimpanan bentuk simpleks

Penyimpanan bentuk simpleks dapat terjadi karena beberapa sebab, antara lain, yaitu

- 1) Fungsi tujuan (Z) bukan maksimalisasi, tetapi minimisasi.
- 2) Fungsi batasan bertanda (=) atau (\geq).
- 3) Syarat X_1 atau X_2 tidak terpenuhi, misalnya $X_1 \geq -10$ (negatif).

Penyimpanan untuk kasus ini adalah dengan membuat kasus yang menyimpang kendala tersebut menjadi kasus normal. Ada beberapa ketentuan atau cara untuk membuat kasus yang menyimpang tersebut menjadi kasus normal, yaitu:

- 1) Nilai kanan fungsi tujuan harus nol (0).
- 2) Nilai kanan fungsi kendala harus positif apabila negative nilai tersebut dikalikan (-1)
- 3) Fungsi kendala dengan pertidaksamaan \leq dalam bentuk umum, diubah menjadi persamaan (=) dengan menambahkan satu variabel slack.
- 4) Fungsi kendala dengan pertidaksamaan \geq dalam bentuk umum, dirubah menjadi persamaan (=) dengan mengurangi satu variabel surplus.
- 5) Fungsi kendala dengan persamaan dalam bentuk umum, ditambahkan satu *artificial variabel* (variabel buatan).

Algoritma metode simpleks

Langkah-langkah yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah pemrograman linear dengan menggunakan metode simpleks adalah

- 1) Melakukan identifikasi masalah model matematis dengan jalan menyederhanakan kasus dalam bentuk model tabulasi.
- 2) Mengubah persamaan fungsi tujuan dan fungsi kendala ke dalam persamaan simpleks.
- 3) Memindahkan semua nilai koefisien dalam persamaan simpleks ke dalam table simpleks.
- 4) Menentukan Kolom Kunci
Kolom kunci ini ditentukan dengan cara mencari nilai negative dengan angka terbesar yang ada di baris tujuan (Z) pada table simpleks tersebut.
- 5) Menentukan baris kunci.
Indeks ditentukan dengan cara membagi setiap angka pada kolom nilai kanan (NK) dengan setiap angka pada kolom kunci. Kemudian dari hasil Indeks tersebut dipilih baris dengan hasil indeks positif yang paling kecil sebagai baris kunci.

$$Indeks = \frac{\text{Nilai Kanan}}{\text{Angka Kolom Kunci}}$$

- 6) Menentukan angka kunci.
Angka kunci adalah angka yang terdapat pada perpotongan antara kolom kunci dan baris kunci. Selanjutnya menggunakan angka kunci tersebut untuk menentukan baris kunci yang baru, apabila langka ke-8 masih menemukan nilai negative.
- 7) Melakukan pengecekan apabila sudah tidak ada lagi angka atau nilai negatif di baris tujuan (kecuali nilai kanan) pada tabel simpleks tersebut. Jika sudah tidak ada maka tabel simpleks telah optimal. Jika masih ada yang negatif, maka tabel belum optimal dan perlu dilanjutkan ke proses selanjutnya.
- 8) Jika ternyata masih ada angka negatif pada baris tujuan (Z), langkah selanjutnya adalah menentukan nilai baris kunci yang baru. Nilai baris kunci yang baru ditentukan dengan cara membagi semua nilai yang ada pada baris kunci yang lama dengan angka kuncinya.

POM QM for Windows

POM QM for Windows adalah sebuah software yang di rancang untuk melakukan perhitungan yang diperlukan pihak manajemen untuk mengambil keputusan di bidang produksi dan pemasaran (Isabella, 2016). Program komputer ini dirancang pada tahun 1996 oleh Howard J. Weiss yang dapat menyelesaikan pemrograman linear yang berkaitan dengan optimasi keuntungan hingga terdapat batas maksimum dan batas minimum keuntungan. POM QM for Windows dirancang untuk melakukan perhitungan yang diperlukan dalam pihak manajemen untuk mengambil keputusan di bidang produksi dan pemasaran seperti menentukan kombinasi produksi yang sesuai agar memperoleh keuntungan sebesar-besarnya

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2019/2020 Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi.

Obyek Penelitian

Obyek studi dalam penelitian ini dilakukan pada proyek perumahan Puri Kelapa Gading yang berlokasi di Kota Manado. Sebagai pemilik

atau pengembang dari proyek perumahan ini adalah PT. Cakra Buana Megah.

Teknik Pengumpulan Data

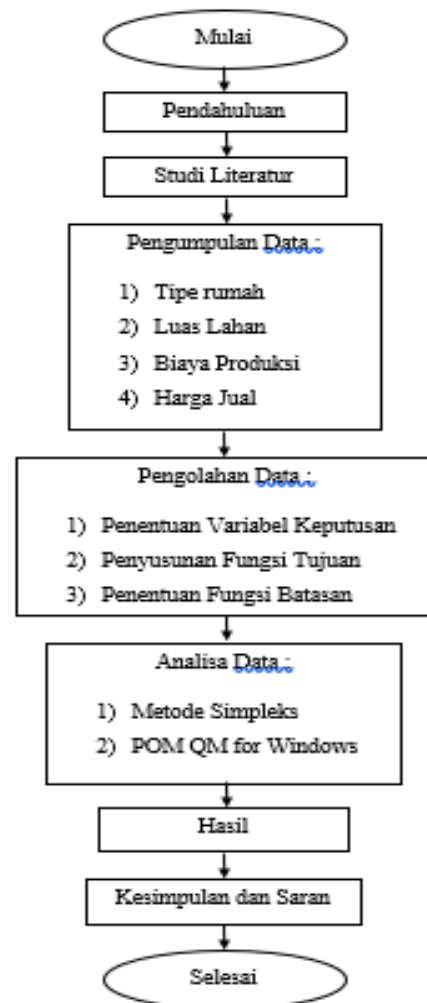
Pengumpulan data yang dilakukan berupa data yang diperoleh dari PT. Cakra Buana Megah. Adapun data-data yang diperoleh adalah:

- 1) Tipe rumah
- 2) Luas Lahan
- 3) Biaya Produksi
- 4) Harga Jual

Teknik Analisa Data

- 1) Analisa data dengan menggunakan metode simpleks.
- 2) Analisa data dengan menggunakan bantuan program komputer yaitu POM QM for Windows.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Tipe Rumah yang dikembangkan

PT. Cakra Buana Megah sebagai pihak pengembang pada kawasan Perumahan Puri Kelapa Gading membangun 4 (empat) tipe rumah sebagai alternatif bagi para konsumen untuk menentukan pilihan apakah mereka ingin tipe rumah besar, tipe rumah menengah atau tipe rumah sederhana. Luasan lahan yang digunakan untuk tipe tipe tidak lebih besar dari 300 m².

Tabel 1. Rekapitulasi Biaya Tipe Rumah 98/300

| Biaya | Harga Satuan | Harga Jual | Keuntungan |
|-------------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|
| Lahan | Rp 259,584,513 | | |
| Biaya Konstruksi | Rp 343,000,000 | | |
| Biaya Notaris | Rp 7,000,000 | | |
| Pemasangan Air Bersih | Rp 3,850,000 | | |
| Jaringan Listrik | Rp 12,494,542 | | |
| Total Biaya | Rp 625,929,055 | | |
| PPH (2.5%) | Rp 15,648,226 | | |
| BPHTB (5%) | Rp 28,296,453 | | |
| Total Biaya | Rp 669,873,734 | | |
| PPN (10%) | Rp 62,592,906 | | |
| Total Biaya+ PPN10% | Rp 732,466,640 | Rp 1,380,000,000 | Rp 647,533,360 |
| TOTAL KEUNTANGAN | | | Rp 647,533,360 |

Tabel 2. Rekapitulasi Biaya Tipe Rumah 78/180

| Biaya | Harga Satuan | Harga Jual | Keuntungan |
|-------------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|
| Lahan | Rp 155,750,708 | | |
| Biaya Konstruksi | Rp 273,000,000 | | |
| Biaya Notaris | Rp 7,000,000 | | |
| Pemasangan Air Bersih | Rp 3,850,000 | | |
| Jaringan Listrik | Rp 12,494,542 | | |
| Total Biaya | Rp 452,095,250 | | |
| PPH (2.5%) | Rp 11,302,381 | | |
| BPHTB (5%) | Rp 19,604,763 | | |
| Total Biaya | Rp 483,002,394 | | |
| PPN (10%) | Rp 45,209,525 | | |
| Total Biaya+ PPN10% | Rp 528,211,919 | Rp 1,080,000,000 | Rp 551,788,081 |
| TOTAL KEUNTANGAN | | | Rp 551,788,081 |

Tabel 3. Rekapitulasi Biaya Tipe Rumah 58/180

| Biaya | Harga Satuan | Harga Jual | Keuntungan |
|-------------------------|-----------------------|----------------|----------------------|
| Lahan | Rp 155,750,708 | | |
| Biaya Konstruksi | Rp 203,000,000 | | |
| Biaya Notaris | Rp 7,000,000 | | |
| Pemasangan Air Bersih | Rp 3,850,000 | | |
| Jaringan Listrik | Rp 12,494,542 | | |
| Total Biaya | Rp 382,095,250 | | |
| PPH (2.5%) | Rp 9,552,381 | | |
| BPHTB (5%) | Rp 16,104,763 | | |
| Total Biaya | Rp 407,752,394 | | |
| PPN (10%) | Rp 38,209,525 | | |
| Total Biaya+ PPN10% | Rp 445,961,919 | Rp 536,000,000 | Rp 90,038,081 |
| TOTAL KEUNTANGAN | | | Rp 90,038,081 |

Tabel 4. Rekapitulasi Biaya Tipe Rumah 48/144

| Biaya | Harga Satuan | Harga Jual | Keuntungan |
|-------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------|
| Lahan | Rp 124,600,566 | | |
| Biaya Konstruksi | Rp 168,000,000 | | |
| Biaya Notaris | Rp 7,000,000 | | |
| Pemasangan Air Bersih | Rp 3,850,000 | | |
| Jaringan Listrik | Rp 12,494,542 | | |
| Total Biaya | Rp 315,945,108 | | |
| PPH (2.5%) | Rp 7,898,628 | | |
| BPHTB (5%) | Rp 12,797,255 | | |
| Total Biaya | Rp 336,640,992 | | |
| PPN (10%) | Rp 31,594,511 | | |
| Total Biaya+ PPN10% | Rp 368,235,502 | Rp 473,000,000 | Rp 104,764,498 |
| TOTAL KEUNTANGAN | | | Rp 104,764,498 |

Fungsi Tujuan

Untuk menyusun fungsi tujuan yang dimaksimalkan adalah keuntungannya. Dari tabel diatas diketahui keuntungan masing-masing tipe rumah adalah:

- Tipe 98/300 sebesar Rp 647.533.360,-
- Tipe 78/180 sebesar Rp 551.788.081,-
- Tipe 58/180 sebesar Rp 90.038.081,-
- Tipe 48/144 sebesar Rp 104.764.498,-

Untuk perhitungan selanjutnya, maka keuntungan masing-masing tipe rumah tersebut dibulatkan kebawah (dalam juta rupiah), seperti tertulis dibawah ini:

- Tipe 98/300 = Rp 647.533.360 ≈ 647
- Tipe 78/180 = Rp 551.788.081 ≈ 552
- Tipe 58/180 = Rp 90.038.081 ≈ 90
- Tipe 48/144 = Rp 104.764.498 ≈ 105

Sehingga fungsi tujuan dapat ditulis sebagai berikut:

$$Z = 647X_1 + 552X_2 + 90X_3 + 105X_4,$$

diubah menjadi

$$Z - 647X_1 - 552X_2 - 90X_3 - 105X_4 = 0$$

Fungsi Batasan

1. Batasan biaya produksi.

Dana yang tersedia untuk pembuatan rumah dengan empat macam tipe maksimum 62 milyar.

Formulasi fungsi batasan pertama, yaitu :

$$732X_1 + 538 X_2 + 446X_3 + 368X_4 \leq 62000$$

2. Batasan luas lahan

Luas lahan untuk fasum dan fasos yaitu 30% dari luas keseluruhan pada proyek pengembangan perumahan = 30% x 3.5 hektar = 1.05 hektar. Luas lahan sepenuhnya yang dibangun untuk rumah yang akan dijual, yaitu luas lahan keseluruhan dikurangi luas lahan yangdipergunakan sebagai fasilitas umum dan fasilitas sosial = 3.5 hektar – 1.05 hektar = 2.45 hektar = 24500 m².

Luas lahan diatas adalah luas lahan yang sepenuhnya akan dibangun rumah yang akan dijual dan terdiri dari empat tipe rumah yaitu :

- Tipe rumah 48 dengan luas lahan 144 m².
- Tipe rumah 58 dengan luas lahan 180 m².
- Tipe rumah 78 dengan luas lahan 180 m².
- Tipe rumah 98 dengan luas lahan 300 m².

Formulasi fungsi batasan kedua, yaitu

$$300X_1 + 180X_2 + 180X_3 + 144X_4 \leq 24500$$

3. Batasan waktu pembangunan

Untuk pembangunan rumah keseluruhan direncanakan selesai dalam waktu 5 tahun atau 240 minggu. sehingga didapat perbandingan sebagai berikut:

Tipe 98 : Tipe 78 : Tipe 58 : Tipe 48 = $X_1 : X_2 + X_3 + X_4 = 98 : 78 : 58 : 48$

Selanjutnya koefisien persamaan diatas disederhanakan menjadi :

$$X_1 : X_2 + X_3 + X_4 = 1 : 0.80 : 0.59 : 0.49$$

Formulasi fungsi batasan ketiga, yaitu:

$$X_1 + 0.80 X_2 + 0.59 X_3 + 0.49 X_4 \leq 240,$$

4. Batasan permintaan pasar

Berdasarkan keterangan dari pengembang yaitu PT. Cakra Buana Megah terhadap permintaan rumah tipe (98/300), rumah tipe (78/180), rumah tipe (58/180), rumah tipe (48/144) adalah

- Tipe rumah 98/300 sebanyak 3 unit
- Tipe rumah 78/180 sebanyak 14 unit
- Tipe rumah 58/180 sebanyak 26 unit
- Tipe rumah 48/144 sebanyak 37 unit

Sehingga dapat ditulis perbandingan permintaan terhadap keempat tipe rumah tersebut menjadi:

Tipe 98 : Tipe 78 : Tipe 58 : Tipe 48 = $X_1 : X_2 : X_3 : X_4 = 3 : 14 : 26 : 37$ Menyederhanakan perbandingan diatas dengan cara membagi sama rata, maka akan diperoleh perbandingan $X_1 : X_2 : X_3 : X_4 = 1 : 4.67 : 8.67 : 12.33$

Perbandingan minat terhadap keempat rumah tersebut kemudian dibulatkan menjadi $X_1 : X_2 + X_3 + X_4 = 1 : 5 : 9 : 12$

Formulasi fungsi batasan keempat, kelima dan keenam, yaitu:

$$5X_1 \leq X_2, 9X_2 \leq 5X_3 \text{ dan } 12X_3 \leq 9X_4$$

Perhitungan dengan Metode Simpleks

Untuk mengetahui keuntungan maksimal dari pengembang pada perumahan Puri Kelapa Gading ini, maka dilakukan perhitungan dengan metode simpleks

Masalah ini dapat diformulasikan sebagai berikut:

Memaksimumkan

$$Z = 647X_1 + 552X_2 + 90X_3 + 105X_4$$

Menjadi

$$Z - 647X_1 - 552X_2 - 90X_3 - 105X_4 = 0$$

Terbatas pada:

$$1. 732X_1 + 538 X_2 + 446X_3 + 368X_4 \leq 62000, \text{ diubah menjadi}$$

$$732X_1 + 538X_2 + 446X_3 + 368X_4 + S_1 = 62000$$

$$2. 300X_1 + 180X_2 + 180X_3 + 144X_4 \leq 24500, \text{ diubah menjadi}$$

$$X_1 + 0.80X_2 + 0.59X_3 + 0.49X_4 + S_3 = 240$$

$$3. X_1 + 0.80 X_2 + 0.59 X_3 + 0.49 X_4 \leq 240$$

$$4. X_1 + 0.80 X_2 + 0.59 X_3 + 0.49 X_4 + S_3 = 240$$

$$- 5X_1 \leq X_2 \rightarrow 5X_1 - X_2 \leq 0, \text{ diubah menjadi}$$

$$5X_1 - X_2 + S_4 = 0$$

$$- 9X_2 \leq 5X_3 \rightarrow 9X_2 - 5X_3 \leq 0, \text{ diubah menjadi}$$

$$9X_2 - 5X_3 + S_5 = 0$$

$$- 12X_3 \leq 9X_4 \rightarrow 12X_3 - 9X_4 \leq 0, \text{ diubah menjadi}$$

$$12X_3 - 9X_4 + S_6 = 0$$

Diketahui:

X_1 = jumlah rumah tipe (98/300).

X_2 = jumlah rumah tipe (78/180).

X_3 = jumlah rumah tipe (58/180).

X_4 = jumlah rumah tipe (48/144).

$S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6 = slack variable$, yaitu variabel tambahan yang digunakan untuk suatu pertidaksamaan, sehingga dapat mengubah bentuk pertidaksamaan menjadi persamaan.

Tabel simpleks awal disusun berdasarkan persamaan fungsi tujuan dan fungsi batasan yang sudah diketahui pada tahap sebelumnya. Iterasi dilakukan sebanyak 4 kali dapat dilihat dari nilai X_1, X_2, X_3, X_4 dan rasio yang seluruhnya telah bernilai positif atau lebih besar sama dengan nol (X_1, X_2, X_3, X_4 dan rasio ≥ 0), maka iterasi dihentikan dan tabel simpleks sudah mencapai nilai optimal.

Tabel 5. Tabel Simpleks Awal

| VARIABEL DASAR | Z | X1 | X2 | X3 | X4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | SOLUSI |
|----------------|---|------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|--------|
| Z | 1 | -647 | -552 | -90 | -105 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S1 | 0 | 732 | 528 | 446 | 368 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 62000 |
| S2 | 0 | 300 | 180 | 180 | 144 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24500 |
| S3 | 0 | 1 | 0.80 | 0.59 | 0.49 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 240 |
| S4 | 0 | 5 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| S5 | 0 | 0 | 9 | -5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| S6 | 0 | 0 | 0 | 12 | -9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

Tabel 6. Tabel Simpleks Akhir

| VARIABEL DASAR | Z | X1 | X2 | X3 | X4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | SOLUSI |
|----------------|---|----|----|----|----|--------|----|----|--------|--------|--------|---------|
| Z | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.464 | 0 | 0 | 61.46 | 40.94 | 7.309 | 28772.6 |
| X1 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 8E-05 | 0 | 0 | 0.188 | 0.016 | 0.003 | 5.25335 |
| S2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | -4 | 2 | 0 | 608 |
| S3 | | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.001 | 0 | 1 | 8E-04 | -0.008 | -0.002 | 154.948 |
| X2 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 4E-04 | 0 | 0 | -0.062 | 0.079 | 0.017 | 26.2667 |
| X3 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 8E-04 | 0 | 0 | -0.112 | -0.057 | 0.031 | 47.2801 |
| X4 | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.001 | 0 | 0 | -0.149 | -0.076 | -0.07 | 63.0402 |

Dari perhitungan menggunakan metode simpleks diperoleh hasil optimal yaitu keuntungan maksimal sebesar Rp. 28.772.600.000 dengan membangun rumah tipe 98/120 sebanyak 5.25335 unit, rumah tipe 78/180 sebanyak 26.2667 unit, rumah tipe 58/180 sebanyak 47.2801 unit dan rumah tipe 48/144 sebanyak 63.0402 unit. Hal ini tidak mungkin dilakukan karena hasil perhitungan masih dalam bentuk decimal, sehingga perlu dianalisa kembali dengan tabel alternatif pilihan

Perhitungan dengan POM QM for Windows

Hasil dari penyelesaian menggunakan aplikasi POM QM for Windows diperoleh X₁, X₂, X₃, dan X₄ yaitu sebagai berikut: X₁= 5.2533 : X₂ = 26.2667 X₃ = 47.2801 dan X₄ : 63.0402 dan nilai optimal terbesar. Solusi

ini menghasilkan nilai non-integer, sehingga digunakan metode integer untuk menghasilkan nilai integer optimal. Nilai integer tipe rumah X₁, X₂, X₃ dan X₄ adalah sebagai berikut:

X₁ = 5 dan X₁ = 6 : X₂ = 26 dan X₂ = 27 : X₃ = 47 dan X₃ = 48 : X₄ = 63 dan X₄ = 64.

Tabel Alternatif Pilihan

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode simpleks dan program komputer POM QM for Windows diperoleh nilai yang sama. Karena tidak mungkin membangun rumah dengan nilai decimal, maka dibutuhkan pembulatan nilai desimal tersebut dalam tabel alternatif pilihan. Tabel ini dibuat dengan membulatkan bentuk decimal dari hasil akhir perhitungan sebelumnya dan mengkombinasikannya.

| | X1 | X2 | X3 | X4 | | RHS | Dual |
|------------|--------|---------|---------|---------|----|----------|---------|
| Maximize | 647 | 552 | 90 | 105 | | | |
| S1 | 732 | 528 | 446 | 368 | <= | 62000 | .4641 |
| S2 | 300 | 180 | 180 | 144 | <= | 24500 | 0 |
| S3 | 1 | .8 | .59 | .49 | <= | 240 | 0 |
| S4 | 5 | -1 | 0 | 0 | <= | 0 | 61.4596 |
| S5 | 0 | 9 | -5 | 0 | <= | 0 | 40.9365 |
| S6 | 0 | 0 | 12 | -9 | <= | 0 | 7.3088 |
| Solution-> | 5.2533 | 26.2667 | 47.2801 | 63.0402 | | 28772.58 | |

Gambar 2. Hasil Perhitungan dengan POM QM for Windows

Tabel 7. Tabel Alternatif Pilihan

| Alternatif | Jenis Rumah | | | | Batas Lahan (m ²) | | | | Batas Biaya Produksi (Rp) | | | | Laba (Rp) | | | | Jumlah Batas Lahan | Jumlah Batas Biaya Produksi | Total Laba (Milyar Rupiah) |
|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | | | |
| 1 | 5 | 26 | 47 | 63 | 300 | 180 | 180 | 144 | 732 | 538 | 446 | 368 | 647 | 552 | 90 | 105 | 23712 | 61794 | 17892 |
| 2 | 5 | 26 | 48 | 63 | 300 | 180 | 180 | 144 | 732 | 538 | 446 | 368 | 647 | 552 | 90 | 105 | 23892 | 62240 | 17893 |
| 3 | 5 | 27 | 47 | 63 | 300 | 180 | 180 | 144 | 732 | 538 | 446 | 368 | 647 | 552 | 90 | 105 | 23892 | 62332 | 18444 |
| 4 | 5 | 27 | 48 | 63 | 300 | 180 | 180 | 144 | 732 | 538 | 446 | 368 | 647 | 552 | 90 | 105 | 24072 | 62778 | 18445 |
| 5 | 6 | 26 | 47 | 64 | 300 | 180 | 180 | 144 | 732 | 538 | 446 | 368 | 647 | 552 | 90 | 105 | 24156 | 62894 | 18540 |
| 6 | 6 | 26 | 48 | 64 | 300 | 180 | 180 | 144 | 732 | 538 | 446 | 368 | 647 | 552 | 90 | 105 | 24336 | 63340 | 18541 |
| 7 | 6 | 27 | 47 | 64 | 300 | 180 | 180 | 144 | 732 | 538 | 446 | 368 | 647 | 552 | 90 | 105 | 24336 | 63432 | 19092 |
| 8 | 5 | 27 | 48 | 64 | 300 | 180 | 180 | 144 | 732 | 538 | 446 | 368 | 647 | 552 | 90 | 105 | 24216 | 63146 | 18446 |

Berdasarkan tabel alternatif pilihan yang memiliki keuntungan maksimal tanpa melebihi batasan-batasan yang telah ditetapkan adalah alternatif jumlah tipe rumah 98/300 sebanyak 5 unit, jumlah tipe rumah 78/180 sebanyak 26 unit, jumlah tipe rumah 58/180 sebanyak 47 unit dan jumlah tipe rumah 48/144 sebanyak 63 unit dengan keuntungan sebesar Rp. 17.892.000.000.-

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan metode simpleks pada pembangunan Perumahan Puri Kelapa Gading. Maka dapat disimpulkan

1. Jumlah optimal yang didapat pada masing-masing rumah yang akan dibangun yaitu

rumah tipe 98/300 sebanyak 5 unit, rumah tipe 78/180 sebanyak 26 unit, rumah tipe 58/180 sebanyak 47 unit dan rumah tipe 48/144 sebanyak 63 unit.

2. Keuntungan yang maksimal yang diperoleh dari Perumahan Puri Kelapa Gading sebesar Rp. 17.892.000.000,-

Saran

Model pemrograman linier dengan metode simpleks yang dibantu dengan program komputer POM QM for Windows perlu dicoba diterapkan pada tahap lebih awal dalam mencari solusi pemecahan masalah dalam mengoptimalkan komposisi tipe rumah untuk memaksimalkan keuntungan dalam mengembangkan suatu kawasan perumahan di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Hukom, E., Limantara, L.M. and Andawayanti, U., 2012. Pengaruh perubahan iklim terhadap optimasi ketersediaan air di irigasi Way Mital Propinsi Maluku. *Jurnal Teknik Pengairan*, 3(1), pp.24-32.
- Isabella, Y., 2016. Pemilihan Rute Terpendek Dengan Menggunakan Software POM QM For Windows 3 (Studi Kasus Jalan Sangga Buana 2-Universitas Muhammadiyah Palangkaraya). *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 4(2), pp.124-132.
- Marzukoh, A., 2017. *Optimasi Keuntungan Dalam Produksi Dengan Menggunakan Linear Programming Metode Simpleks (Studi Kasus UKM Fahmi Mandiri Lampung Selatan)* (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Natalia, H., Sahari, A. and Jaya, A.I., 2015. Optimalisasi Pembangunan Perumahan dengan Menggunakan Metode Simpleks (Studi Kasus: UD. Perumahan Griya Cempaka Alam). *Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan*, 12(1).
- Santina, A.C., Zuraidah, S. and Hastono, B., 2018. Optimalisasi Profil Baja IWF Pada Konstruksi Bangunan Parkir Sepeda Motor 4 Lantai (Studi Kasus Gedung Spazio Tower 2, Surabaya). *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, 1(2), pp.72-79.
- Sudarsana, D.K., 2009. Optimalisasi Jumlah Tipe Rumah Yang Akan Dibangun Dengan Metode Simpleks Pada Proyek Pengembangan Perumahan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*.
- Sriwidadi, T. and Agustina, E., 2013. Analisis Optimalisasi Produksi dengan Linear Programming Melalui Metode Simpleks. *Binus Business Review*, 4(2), pp.725-741.
- Weiss, H., 2003. *POM/QM for Windows*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.