

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Deskripsi Masalah

Penelitian ini membahas masalah penjadwalan kasir multiobjektif pada Supermarket X Kota Bandung di mana jadwal kasir akan disusun agar mencapai tujuan yang diinginkan. Tujuan tersebut adalah meminimumkan kegiatan-kegiatan yang tidak sesuai dengan preferensi kasir. Dalam menyusun jadwal kasir pada Supermarket X Kota Bandung terdapat beberapa kendala yaitu kendala utama (*hard constraint*) dan kendala tambahan (*soft constraint*). Kendala utama merupakan peraturan yang harus dipenuhi dan tidak dapat dilanggar seperti batas minimal jam kerja kasir, jumlah kasir yang berkerja di setiap *shift* pagi harus sesuai dengan jumlah pegawai kasir yang ada, kasir yang bertugas tidak bekerja lebih dari satu *shift* dalam satu hari, dan lain-lain. Sedangkan, kendala tambahan merupakan batasan yang merepresentasikan preferensi kasir yang sifatnya masih boleh dilanggar tetapi lebih baik jika dapat terpenuhi sehingga dapat memuaskan semua pihak, seperti batas maksimal kebutuhan kasir bekerja pada *shift* tertentu dan pola kerja kasir. Dalam penelitian ini, penjadwalan kasir multiobjektif pada Supermarket X Kota Bandung akan diselesaikan dengan menggunakan *fuzzy goal programming*.

3.2 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari konsep serta teori-teori yang relevan dengan penelitian dari berbagai sumber seperti buku atau jurnal. Pada dasarnya, penelitian ini merupakan pengaplikasian *fuzzy goal programming* dalam layanan ritel yaitu penjadwalan kasir. Oleh karena itu, dalam melakukan penelitian ini, beberapa konsep pembelajaran yang dipelajari mencakup konsep layanan ritel terkait penjadwalan kasir, serta konsep matematika yang berkaitan dengan *fuzzy goal programming*.

Pada konsep layanan ritel yang dipelajari yaitu terkait penjadwalan tenaga kerja. Sedangkan pada konsep matematika yang dipelajari antara lain terkait himpunan

fuzzy, linear programming, fungsi keanggotaan fuzzy, goal programming, dan fuzzy goal programming.

3.3 Data Penelitian

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data yang diperoleh dari Supermarket X di Kota Bandung. Data tersebut terdiri dari data kasir, data *shift* kerja kasir, data jam kerja kasir, data hari kerja kasir, data hari libur kasir, dan data aturan kerja kasir.

3.4 Model Optimisasi

Untuk dapat menerima dan menerapkan model penjadwalan kasir di supermarket, diperlukan asumsi-asumsi yang menggambarkan keadaan yang terjadi selama proses penjadwalan kasir, yaitu sebagai berikut:

1. periode penjadwalan yang digunakan adalah jadwal kasir selama satu bulan (30 hari);
2. terdapat delapan *shift*, yang terdiri dari *shift* A, B, C, D, E, F, G, dan H;
3. semua kasir harus terjadwal; dan
4. setiap kasir hanya dapat bekerja maksimal satu *shift* setiap harinya.

Model optimisasi yang akan dibentuk merupakan model multiobjektif *linear programming* yang kemudian akan digunakan untuk membangun model *goal programming* dengan pendekatan *fuzzy* atau disebut model *fuzzy goal programming*. Adapun indeks dan himpunan yang digunakan dalam model optimisasi tersebut sebagai berikut:

- i : indeks kasir ($i = 1, 2, \dots, m$);
- j : indeks hari ($j = 1, 2, \dots, n$);
- I : himpunan semua kasir yang bekerja di supermarket;
- J : himpunan hari dalam periode penjadwalan.

Sementara itu, parameter-parameter yang digunakan dalam pemodelan:

- m : banyaknya kasir;
- n : banyaknya hari dalam periode penjadwalan;
- A : merepresentasikan *shift* A;

- B : merepresentasikan *shift* B;
- C : merepresentasikan *shift* C;
- D : merepresentasikan *shift* D;
- E : merepresentasikan *shift* E;
- F : merepresentasikan *shift* F;
- G : merepresentasikan *shift* G;
- H : merepresentasikan *shift* H;
- A_j : jumlah minimal kasir yang dibutuhkan pada *shift* A;
- B_j : jumlah minimal kasir yang dibutuhkan pada *shift* B;
- C_j : jumlah minimal kasir yang dibutuhkan pada *shift* C;
- D_j : jumlah minimal kasir yang dibutuhkan pada *shift* D;
- E_j : jumlah minimal kasir yang dibutuhkan pada *shift* E;
- F_j : jumlah minimal kasir yang dibutuhkan pada *shift* F;
- G_j : jumlah minimal kasir yang dibutuhkan pada *shift* G;
- H_j : jumlah minimal kasir yang dibutuhkan pada *shift* H;
- A_{min} : jumlah minimum *shift* A yang diperoleh kasir dalam satu periode penjadwalan;
- A_{maks} : jumlah maksimum *shift* A yang diperoleh kasir dalam satu periode penjadwalan;
- B_{min} : jumlah minimum *shift* B yang diperoleh kasir dalam satu periode penjadwalan;
- B_{maks} : jumlah maksimum *shift* B yang diperoleh kasir dalam satu periode penjadwalan;
- C_{min} : jumlah minimum *shift* C yang diperoleh kasir dalam satu periode penjadwalan;
- C_{maks} : jumlah maksimum *shift* C yang diperoleh kasir dalam satu periode penjadwalan;
- D_{min} : jumlah minimum *shift* D yang diperoleh kasir dalam satu periode penjadwalan;

- D_{maks} : jumlah maksimum *shift* D yang diperoleh kasir dalam satu periode penjadwalan;
- E_{min} : jumlah minimum *shift* E yang diperoleh kasir dalam satu periode penjadwalan;
- E_{maks} : jumlah maksimum *shift* E yang diperoleh kasir dalam satu periode penjadwalan;
- F_{min} : jumlah minimum *shift* F yang diperoleh kasir dalam satu periode penjadwalan;
- F_{maks} : jumlah maksimum *shift* F yang diperoleh kasir dalam satu periode penjadwalan;
- G_{min} : jumlah minimum *shift* G yang diperoleh kasir dalam satu periode penjadwalan;
- G_{maks} : jumlah maksimum *shift* G yang diperoleh kasir dalam satu periode penjadwalan;
- H_{min} : jumlah minimum *shift* H yang diperoleh kasir dalam satu periode penjadwalan;
- H_{maks} : jumlah maksimum *shift* H yang diperoleh kasir dalam satu periode penjadwalan;
- L : banyaknya hari libur (*off*) kasir dalam satu periode penjadwalan;
- OP : banyaknya hari libur tunda (*off postponed*) dalam satu periode penjadwalan;
- $X_{A,i,j}$: kasir i yang bekerja *shift* A di hari j ;
- $X_{B,i,j}$: kasir i yang bekerja *shift* B di hari j ;
- $X_{C,i,j}$: kasir i yang bekerja *shift* C di hari j ;
- $X_{D,i,j}$: kasir i yang bekerja *shift* D di hari j ;
- $X_{E,i,j}$: kasir i yang bekerja *shift* E di hari j ;
- $X_{F,i,j}$: kasir i yang bekerja *shift* F di hari j ;
- $X_{G,i,j}$: kasir i yang bekerja *shift* G di hari j ;
- $X_{H,i,j}$: kasir i yang bekerja *shift* H di hari j ;

$X_{L_{i,j}}$: kasir i yang libur (*off*) di hari j ;

$X_{OP_{i,j}}$ kasir i yang libur tunda (*off postponed*) di hari j .

Variabel keputusan dari masalah penjadwalan kasir Supermarket X Kota Bandung adalah bilangan bulat biner (*binary integer*), yaitu antara 0 atau 1. Nilai dari variabel keputusan ini menentukan kasir bekerja atau tidak bekerja pada *shift* tertentu. Adapun variabel keputusan yang digunakan dalam pemodelan:

$$X_{A_{i,j}} = \begin{cases} 1, & \text{jika kasir } i \in I \text{ bekerja pada } \textit{shift} \text{ A di hari } j \in J \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

$$X_{B_{i,j}} = \begin{cases} 1, & \text{jika kasir } i \in I \text{ bekerja pada } \textit{shift} \text{ B di hari } j \in J \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

$$X_{C_{i,j}} = \begin{cases} 1, & \text{jika kasir } i \in I \text{ bekerja pada } \textit{shift} \text{ C di hari } j \in J \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

$$X_{D_{i,j}} = \begin{cases} 1, & \text{jika kasir } i \in I \text{ bekerja pada } \textit{shift} \text{ D di hari } j \in J \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

$$X_{E_{i,j}} = \begin{cases} 1, & \text{jika kasir } i \in I \text{ bekerja pada } \textit{shift} \text{ E di hari } j \in J \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

$$X_{F_{i,j}} = \begin{cases} 1, & \text{jika kasir } i \in I \text{ bekerja pada } \textit{shift} \text{ F di hari } j \in J \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

$$X_{G_{i,j}} = \begin{cases} 1, & \text{jika kasir } i \in I \text{ bekerja pada } \textit{shift} \text{ G di hari } j \in J \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

$$X_{H_{i,j}} = \begin{cases} 1, & \text{jika kasir } i \in I \text{ bekerja pada } \textit{shift} \text{ H di hari } j \in J \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

$$X_{L_{i,j}} = \begin{cases} 1, & \text{jika kasir } i \in I \text{ memperoleh libur } (\textit{off}) \text{ di hari } j \in J \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

$$X_{OP_{i,j}}$$

$$= \begin{cases} 1, & \text{jika kasir } i \in I \text{ memperoleh libur tunda } (\textit{off postponed}) \text{ di hari } j \in J \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

dengan $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, n$.

Dengan demikian, permasalahan terkait penjadwalan kasir Supermarket X Kota Bandung ini dapat dimodelkan sebagai model optimisasi multiobjektif yang terdiri dari beberapa tujuan. Fungsi tujuan dari masalah penjadwalan kasir Supermarket X Kota Bandung ini merepresentasikan preferensi kasir. Berdasarkan hasil wawancara

dengan koordinator kasir Supermarket X Kota Bandung diperoleh informasi bahwa dari banyaknya kegiatan yang tidak sesuai dengan preferensi kasir, kedua kegiatan berikut merupakan kegiatan-kegiatan yang paling tidak diinginkan atau paling tidak sesuai dengan preferensi kasir, sehingga dalam penelitian ini akan dibentuk jadwal yang dapat meminimumkan kedua kegiatan tersebut agar dapat memuaskan semua pihak, baik pihak supermarket maupun kasir. Fungsi tujuan tersebut yaitu:

1. setiap kasir tidak bekerja pada *shift* E, F, G, atau H lebih dari 4 hari berturut-turut; dan
2. setiap kasir tidak memperoleh pola penjadwalan libur-masuk-libur.

Jadi fungsi tujuan dari model penjadwalan kasir adalah sebagai berikut.

Meminimumkan:

$$Z_1 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n-4} (X_{E_{i,j}} + X_{F_{i,j}} + X_{G_{i,j}} + X_{H_{i,j}} + X_{E_{i,j+1}} + X_{F_{i,j+1}} + X_{G_{i,j+1}} + X_{H_{i,j+1}} + X_{E_{i,j+2}} + X_{F_{i,j+2}} + X_{G_{i,j+2}} + X_{H_{i,j+2}} + X_{E_{i,j+3}} + X_{F_{i,j+3}} + X_{G_{i,j+3}} + X_{H_{i,j+3}} + X_{E_{i,j+4}} + X_{F_{i,j+4}} + X_{G_{i,j+4}} + X_{H_{i,j+4}}).$$

Meminimumkan:

$$Z_2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n-2} (X_{L_{i,j}} + X_{OP_{i,j}} + X_{A_{i,j+1}} + X_{B_{i,j+1}} + X_{C_{i,j+1}} + X_{D_{i,j+1}} + X_{E_{i,j+1}} + X_{F_{i,j+1}} + X_{G_{i,j+1}} + X_{H_{i,j+1}} + X_{L_{i,j+2}} + X_{OP_{i,j+2}}).$$

Adapun kendala-kendala yang harus dipenuhi atau tidak boleh dilanggar dari fungsi tujuan pada model optimisasi tersebut. Kendala-kendala tersebut yaitu:

1. kebutuhan kasir yang bekerja pada *shift* A terpenuhi setiap hari

$$\sum_{i=1}^m X_{A_{i,j}} = A_j, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J,$$

2. kebutuhan kasir yang bekerja pada *shift* B terpenuhi setiap hari

$$\sum_{i=1}^m X_{B_{i,j}} = B_j, \quad \text{untuk setiap } i \in I, j \in J,$$

3. kebutuhan kasir yang bekerja pada *shift* C terpenuhi setiap hari

$$\sum_{i=1}^m X_{C_{i,j}} = C_j, \quad \text{untuk setiap } i \in I, j \in J,$$

4. kebutuhan kasir yang bekerja pada *shift* D terpenuhi setiap hari

$$\sum_{i=1}^m X_{D_{i,j}} = D_j, \quad \text{untuk setiap } i \in I, j \in J,$$

5. kebutuhan kasir yang bekerja pada *shift* E terpenuhi setiap hari

$$\sum_{i=1}^m X_{E_{i,j}} = E_j, \quad \text{untuk setiap } i \in I, j \in J,$$

6. kebutuhan kasir yang bekerja pada *shift* F terpenuhi setiap hari

$$\sum_{i=1}^m X_{F_{i,j}} = F_j, \quad \text{untuk setiap } i \in I, j \in J,$$

7. kebutuhan kasir yang bekerja pada *shift* G terpenuhi setiap hari

$$\sum_{i=1}^m X_{G_{i,j}} = G_j, \quad \text{untuk setiap } i \in I, j \in J,$$

8. kebutuhan kasir yang bekerja pada *shift* H terpenuhi setiap hari

$$\sum_{i=1}^m X_{H_{i,j}} = H_j, \quad \text{untuk setiap } i \in I, j \in J,$$

9. setiap kasir hanya mendapat satu *shift* setiap hari, yaitu *shift* kerja (A, B, C, D, E, F, G, atau H) atau libur (*off* atau *off postponed*) dalam satu periode penjadwalan

$$X_{A_{i,j}} + X_{B_{i,j}} + X_{C_{i,j}} + X_{D_{i,j}} + X_{E_{i,j}} + X_{F_{i,j}} + X_{G_{i,j}} + X_{H_{i,j}} + X_{L_{i,j}} + X_{OP_{i,j}} = 1, \\ \text{untuk setiap } i \in I, j \in J,$$

10. setiap kasir memiliki jumlah minimum dan maksimum *shift* dalam satu periode penjadwalan. Untuk masing-masing *shift* formulasinya sebagai berikut:

a. *shift* A

$$A_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{A_{i,j}} \leq A_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J,$$

b. *shift* B

$$B_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{B_{i,j}} \leq B_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J,$$

c. *shift* C

$$C_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{C_{i,j}} \leq C_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J,$$

d. *shift* D

$$D_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{D_{i,j}} \leq D_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J,$$

e. *shift* E

$$E_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{E_{i,j}} \leq E_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J,$$

f. *shift* F

$$F_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{F_{i,j}} \leq F_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J,$$

g. *shift* G

$$G_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{G_{i,j}} \leq G_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J,$$

h. *shift* H

$$H_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{H,i,j} \leq H_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J,$$

11. setiap kasir yang merupakan karyawan tetap bekerja minimal 5 hari sebelum mendapatkan jatah libur (*off*)

$$X_{L,i,j} + X_{L,i,j+1} + X_{L,i,j+2} + X_{L,i,j+3} + X_{L,i,j+4} + X_{L,i,j+5} \leq 1,$$

untuk setiap $i \in I, j \in J - 5,$

12. setiap kasir mendapatkan jatah libur (*off*) L hari dalam satu periode penjadwalan

$$\sum_{j=1}^m X_{L,i,j} = L, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J,$$

13. setiap kasir yang merupakan pekerja lepas tidak memperoleh libur lebih dari 2 hari berturut-turut

$$X_{L,i,j} + X_{L,i,j+1} + X_{L,i,j+2} \leq 2,$$

untuk setiap $i \in I, j \in J - 2,$

14. setiap kasir yang merupakan karyawan tetap mendapatkan jatah libur tunda (*off postponed*) OP hari dalam satu periode penjadwalan

$$\sum_{j=1}^n X_{OP,i,j} = OP, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J,$$

15. setiap kasir tidak bekerja (pada *shift* A, B, C, D, E, F, G, atau H) lebih dari 6 hari berturut-turut

$$X_{L,i,j} + X_{L,i,j+1} + X_{L,i,j+2} + X_{L,i,j+3} + X_{L,i,j+4} + X_{L,i,j+5} + X_{L,i,j+6} \geq 1,$$

untuk setiap $i \in I, j \in J - 6.$

Batasan variabel dari model penjadwalan memastikan bahwa seluruh variabel bernilai biner. Batasan ini ditulis sebagai berikut:

$$X_{A,i,j}, X_{B,i,j}, X_{C,i,j}, X_{D,i,j}, X_{E,i,j}, X_{F,i,j}, X_{G,i,j}, X_{H,i,j}, X_{L,i,j}, X_{OP,i,j} \in \{0,1\}.$$

Selengkapnya, model optimasi multiobjektif penjadwalan kasir adalah sebagai berikut.

Meminimumkan:

$$Z_1, Z_2$$

terhadap:

$$\sum_{i=1}^m X_{A_{i,j}} = A_j, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$\sum_{i=1}^m X_{B_{i,j}} = B_j, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$\sum_{i=1}^m X_{C_{i,j}} = C_j, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$\sum_{i=1}^m X_{D_{i,j}} = D_j, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$\sum_{i=1}^m X_{E_{i,j}} = E_j, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$\sum_{i=1}^m X_{F_{i,j}} = F_j, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$\sum_{i=1}^m X_{G_{i,j}} = G_j, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$\sum_{i=1}^m X_{H_{i,j}} = H_j, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$X_{A_{i,j}} + X_{B_{i,j}} + X_{C_{i,j}} + X_{D_{i,j}} + X_{E_{i,j}} + X_{F_{i,j}} + X_{G_{i,j}} + X_{H_{i,j}} + X_{L_{i,j}} + X_{OP_{i,j}} = 1, \\ \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$A_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{A_{i,j}} \leq A_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$B_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{B_{i,j}} \leq B_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$C_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{C_{i,j}} \leq C_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$D_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{D_{i,j}} \leq D_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$E_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{E_{i,j}} \leq E_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$F_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{F_{i,j}} \leq F_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$G_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{G_{i,j}} \leq G_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$H_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{H_{i,j}} \leq H_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$X_{L_{i,j}} + X_{L_{i,j+1}} + X_{L_{i,j+2}} + X_{L_{i,j+3}} + X_{L_{i,j+4}} + X_{L_{i,j+5}} \leq 1, \\ \text{untuk setiap } i \in I, j \in J - 5$$

$$\sum_{j=1}^m X_{L_{i,j}} = L, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$X_{L_{i,j}} + X_{L_{i,j+1}} + X_{L_{i,j+2}} \leq 2, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J - 2$$

$$\sum_{j=1}^n X_{OP_{i,j}} = OP, \quad \text{untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$XL_{i,j} + XL_{i,j+1} + XL_{i,j+2} + XL_{i,j+3} + XL_{i,j+4} + XL_{i,j+5} + XL_{i,j+6} \geq 1, \\ \text{untuk setiap } i \in I, j \in J - 6$$

$$X_{A_{i,j}}, X_{B_{i,j}}, X_{C_{i,j}}, X_{D_{i,j}}, X_{E_{i,j}}, X_{F_{i,j}}, X_{G_{i,j}}, X_{H_{i,j}}, X_{L_{i,j}}, X_{OP_{i,j}} \in \{0,1\}.$$

3.5 Model *Fuzzy Goal Programming* pada Masalah Penjadwalan Kasir Supermarket X Kota Bandung

Dalam menyelesaikan masalah dengan beberapa tujuan yang ingin dicapai dapat menggunakan metode *goal programming*. Penyelesaian *goal programming* dilakukan dengan melakukan pembobotan terhadap fungsi tujuannya untuk mengetahui mana yang lebih diutamakan. Pemberian bobot pada fungsi tujuan ini sangat mempengaruhi solusi optimal dari model *goal programming*. Dengan kata lain, solusi model *goal programming* sensitif terhadap perubahan koefisien fungsi tujuannya.

Tidak jarang koordinator kasir Supermarket X Kota Bandung sebagai pengambil keputusan dihadapkan pada keputusan yang melibatkan preferensi yang tidak pasti, seperti situasi di mana preferensi kasir untuk penugasan *shift* kerja yang bervariasi dan hal tersebut tidak dapat diukur secara pasti. Dengan kata lain, koordinator kasir menjadi tidak yakin dengan urutan prioritas pada tujuan-tujuan yang ada serta kesulitan dalam menentukan ketidakpastian nilai target dari preferensi kasir yang diharapkan. Oleh karena itu, diperlukan metode *fuzzy goal programming* yang tidak perlu melakukan kalibrasi pembobotan atau melakukan seleksi terhadap derajat pentingnya fungsi tujuan, yang berarti semua tujuan memiliki prioritas atau kepentingan yang sama. Dalam mengonversikan suatu model multiobjektif menjadi model *fuzzy goal programming* diperlukan adanya fungsi keanggotaan dari setiap fungsi tujuan yang memetakan titik-titik input data

ke dalam nilai keanggotaannya untuk mengetahui derajat keanggotaan suatu himpunan *fuzzy*. Fungsi keanggotaan *fuzzy* dilambangkan dengan $\mu(x)$ yang nilainya berada pada interval 0 sampai 1, sehingga tahapan selanjutnya yaitu mendefinisikan fungsi keanggotaan *fuzzy* dari setiap fungsi tujuan yang ada. Kemudian, membentuk model *fuzzy goal programming* dengan satu fungsi tujuan dan beberapa kendala.

3.5.1 Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* dari Masalah Penjadwalan Kasir Supermarket X Kota Bandung

Masalah penjadwalan kasir Supermarket X Kota Bandung memuat beberapa tujuan yang akan menjadi dasar untuk membentuk fungsi keanggotaan *fuzzy*. Berikut dua tujuan dalam pembentukan keanggotaan *fuzzy*. Misalkan:

Z_1^* adalah nilai yang diharapkan pada tujuan $Z_1(x)$, dan

Z_2^* adalah nilai yang diharapkan pada tujuan $Z_2(x)$.

Z_1^* merupakan nilai yang diharapkan untuk tujuan setiap kasir yang tidak bekerja pada *shift* E, F, G, atau H lebih dari 4 hari berturut-turut dan Z_2^* merupakan nilai yang diharapkan untuk tujuan setiap kasir tidak memperoleh pola penjadwalan libur-masuk-libur.

Tahapan selanjutnya adalah menentukan nilai maksimum (batas toleransi atas) untuk tujuan *fuzzy* setiap kasir yang tidak bekerja pada *shift* E, F, G, atau H lebih dari 4 hari berturut-turut serta nilai maksimum (batas toleransi atas) untuk tujuan *fuzzy* setiap kasir tidak memperoleh pola penjadwalan libur-masuk-libur. Penentuan nilai maksimum dalam model dapat dinyatakan dengan:

1. nilai maksimum atau batas toleransi atas untuk tujuan *fuzzy* setiap kasir yang tidak bekerja pada *shift* E, F, G, atau H lebih dari 4 hari berturut-turut adalah \bar{Z}_1 ; dan
2. nilai maksimum atau batas toleransi atas untuk tujuan *fuzzy* setiap kasir tidak memperoleh pola penjadwalan libur-masuk-libur adalah \bar{Z}_2 .

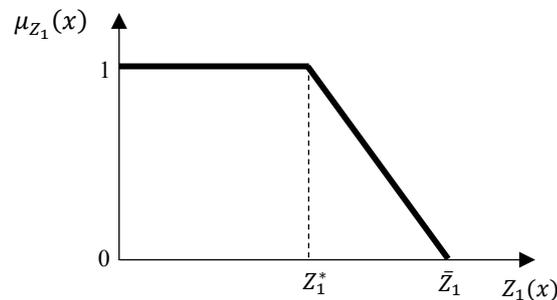
Pada permasalahan penjadwalan kasir supermarket ini digunakan fungsi keanggotaan *fuzzy* yang bersifat linier. Secara matematis, pembentukan fungsi keanggotaan untuk masing-masing tujuan dapat dinyatakan sebagai berikut.

Fungsi keanggotaan pertama, untuk tujuan agar kasir yang tidak bekerja pada *shift* E, F, G, atau H lebih dari 4 hari berturut-turut. Pada penjadwalan kasir, semakin sedikit kasir yang tidak bekerja pada *shift* E, F, G, atau H lebih dari 4 hari berturut-turut, maka penjadwalan semakin baik.

Fungsi tujuan pertama diharapkan $Z_1(x)$ bernilai kurang dari sama dengan Z_1^* , maka untuk membuat fungsi keanggotaan diperlukan suatu batas toleransi di atas target yang ada. Diambil batas toleransi terdekat yaitu \bar{Z}_1 . Oleh karena itu, fungsi keanggotaan *fuzzy* untuk tujuan pertama dapat direpresentasikan dalam bentuk linier turun dengan formulasi fungsi keanggotaannya sebagai berikut:

$$\mu_{Z_1}(x) = \begin{cases} 1 & , \text{jika } Z_1(x) \leq Z_1^* \\ \frac{\bar{Z}_1 - Z_1(x)}{\bar{Z}_1 - Z_1^*} & , \text{jika } Z_1^* < Z_1(x) \leq \bar{Z}_1 \\ 0 & , \text{jika } Z_1(x) > \bar{Z}_1. \end{cases}$$

Adapun fungsi keanggotaannya dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Kurva Fungsi Keanggotaan Tujuan Pertama

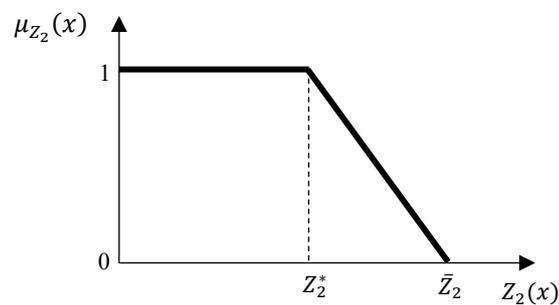
Fungsi keanggotaan kedua, untuk tujuan kasir tidak memperoleh pola penjadwalan libur-masuk-libur. Pada penjadwalan kasir, semakin sedikit kasir yang memperoleh pola penjadwalan libur-masuk-libur, maka penjadwalan semakin baik.

Fungsi tujuan kedua diharapkan $Z_2(x)$ bernilai kurang dari sama dengan Z_2^* , maka untuk membuat fungsi keanggotaan diperlukan suatu batas toleransi di atas target yang ada. Diambil batas toleransi terdekat yaitu \bar{Z}_2 . Oleh karena itu, fungsi

keanggotaan *fuzzy* untuk tujuan kedua dapat direpresentasikan dalam bentuk linier turun dengan formulasi fungsi keanggotaannya sebagai berikut:

$$\mu_{Z_2}(x) = \begin{cases} 1 & , \text{jika } Z_2(x) \leq Z_2^* \\ \frac{\bar{Z}_2 - Z_2(x)}{\bar{Z}_2 - Z_2^*} & , \text{jika } Z_2^* < Z_2(x) \leq \bar{Z}_2 \\ 0 & , \text{jika } Z_2(x) > \bar{Z}_2. \end{cases}$$

Adapun fungsi keanggotaannya dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.2 Kurva Fungsi Keanggotaan Tujuan Kedua

3.5.2 Model *Fuzzy Goal Programming*

Pendekatan solusi *fuzzy goal programming* diformulasikan dan diselesaikan menggunakan *linear programming*. Semakin besar nilai $\mu(x)$, semakin mendekati target yang diharapkan, maka setiap nilai $\mu(x)$ harus dimaksimumkan. Untuk memaksimumkan $\mu(x)$ diperlukan variabel bantu λ yang juga bernilai di antara 0 sampai 1, di mana nilai $\mu(x)$ harus lebih besar sama dengan nilai λ . Oleh karena itu, λ harus dimaksimumkan pada fungsi tujuan agar $\mu(x)$ juga mendapat hasil yang maksimum. Secara matematis, model *fuzzy goal programming* pada permasalahan penjadwalan kasir Supermarket X Kota Bandung dapat dinyatakan sebagai berikut.

Memaksimumkan:

$$\lambda$$

terhadap:

$$\frac{\bar{Z}_1 - Z_1(x)}{\bar{Z}_1 - Z_1^*} \geq \lambda$$

$$\frac{\bar{Z}_2 - Z_2(x)}{\bar{Z}_2 - Z_2^*} \geq \lambda$$

$$\sum_{i=1}^m X_{A_{i,j}} = A_j, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$\sum_{i=1}^m X_{B_{i,j}} = B_j, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$\sum_{i=1}^m X_{C_{i,j}} = C_j, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$\sum_{i=1}^m X_{D_{i,j}} = D_j, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$\sum_{i=1}^m X_{E_{i,j}} = E_j, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$\sum_{i=1}^m X_{F_{i,j}} = F_j, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$\sum_{i=1}^m X_{G_{i,j}} = G_j, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$\sum_{i=1}^m X_{H_{i,j}} = H_j, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$X_{A_{i,j}} + X_{B_{i,j}} + X_{C_{i,j}} + X_{D_{i,j}} + X_{E_{i,j}} + X_{F_{i,j}} + X_{G_{i,j}} + X_{H_{i,j}} + X_{L_{i,j}} + X_{OP_{i,j}} = 1, \\ \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$A_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{A_{i,j}} \leq A_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$B_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{B_{i,j}} \leq B_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$C_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{C_{i,j}} \leq C_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$D_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{D_{i,j}} \leq D_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$E_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{E_{i,j}} \leq E_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$F_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{F_{i,j}} \leq F_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$G_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{G_{i,j}} \leq G_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$H_{min} \leq \sum_{j=1}^n X_{H_{i,j}} \leq H_{maks}, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$X_{L_{i,j}} + X_{L_{i,j+1}} + X_{L_{i,j+2}} + X_{L_{i,j+3}} + X_{L_{i,j+4}} + X_{L_{i,j+5}} \leq 1, \\ \text{untuk setiap } i \in I, j \in J - 5$$

$$\sum_{j=1}^m X_{L_{i,j}} = L, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$X_{L_{i,j}} + X_{L_{i,j+1}} + X_{L_{i,j+2}} \leq 2, \text{ untuk setiap } i \in I, j \in J - 2$$

$$\sum_{j=1}^n X_{OP_{i,j}} = OP, \quad \text{untuk setiap } i \in I, j \in J$$

$$XL_{i,j} + XL_{i,j+1} + XL_{i,j+2} + XL_{i,j+3} + XL_{i,j+4} + XL_{i,j+5} + XL_{i,j+6} \geq 1,$$

untuk setiap $i \in I, j \in J - 6$

$$0 \leq \lambda \leq 1$$

$$i = 1, 2, \dots, m \text{ dan } j = 1, 2, \dots, n.$$

3.6 Penyelesaian Model *Fuzzy Goal Programming*

Model *fuzzy goal programming* dari masalah penjadwalan kasir Supermarket X Kota Bandung merupakan perluasan dari *linear programming* sehingga model tersebut dapat diselesaikan menggunakan metode simpleks dengan mengubah bentuk *linear programming* ke dalam bentuk tabel. Pada model tersebut, fungsi kendalanya memuat persamaan linier serta pertidaksamaan linier dengan tanda \leq dan \geq sehingga model akan diselesaikan menggunakan metode simpleks Big-M. Langkah-langkah penyelesaian dengan metode simpleks Big-M yaitu:

1. ubah tanda pertidaksamaan " \geq " pada fungsi kendala menjadi tanda "=" dengan memasukkan variabel surplus yang bernilai negatif (-S) dan variabel artifisial yang bernilai positif (+A);
2. tambahkan variabel artifisial yang bernilai positif (+A) pada fungsi kendala dengan tanda persamaan "=";
3. tambahkan variabel-variabel surplus dan artifisial ke dalam fungsi tujuan, di mana koefisien untuk variabel surplus bernilai 0 dan koefisien variabel artifisial bernilai -M (kasus maksimasi) atau +M (kasus minimasi), dengan M merupakan bilangan yang sangat besar;
4. substitusikan variabel artifisial ke fungsi tujuan;
5. membentuk tabel simpleks awal;
6. menetapkan variabel basis dan variabel non basis;

7. untuk kasus maksimasi, periksa persamaan Z, pilih variabel non basis yang mempunyai koefisien negatif terbesar sebagai *entering variable*. Jika tidak ada, maka solusi sudah optimal;
8. menentukan *leaving variable* dari variabel basis dengan rasio terkecil;
9. elemen pada perpotongan *entering column* (kolom pada *entering variable*) dan *pivot equation* (variabel basis yang berhubungan dengan *leaving variable*) merupakan elemen pivot di mana pada perhitungan pertama elemen pivot bernilai 1;
10. selanjutnya, dilakukan perhitungan kedua dengan metode Gauss Jordan kecuali pada baris yang menjadi *new pivot equation*;
11. setelah perhitungan selesai, akan diperoleh tabel iterasi pertama; dan
12. periksa kembali persamaan Z, apakah solusi sudah optimal atau tidak.

Tabel 3.1 Tabel Simpleks Awal untuk Model Fuzzy Goal Programming

V	$X_{L_{ij}}$	$X_{L_{ij}+6}$	$X_{OP_{ij}}$	$X_{OP_{ij}+2}$	$X_{A_{ij}+1}$	$X_{B_{ij}+1}$	$X_{C_{ij}+1}$	$X_{D_{ij}+1}$	$X_{E_{ij}}$	$X_{E_{ij}+4}$	$X_{F_{ij}}$	$X_{F_{ij}+4}$	$X_{G_{ij}}$	$X_{G_{ij}+4}$	$X_{H_{ij}}$	$X_{H_{ij}+4}$	λ	A_1	A_{22}	S_1	S_{29}	NK	
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	M	M	M	M	0	
A_1	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P	P	P	P	P	P	P	-1	1	0	-1	0	\bar{P}	
A_2	Q	0	Q	Q	Q	Q	Q	Q	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	\bar{Q}	
...	
A_{21}	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	
S_{12}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_{maks}	
S_{14}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_{min}	
...
S_{28}	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	

Keterangan:

$$P = \frac{-1}{Z_1 - Z_1^*}, \bar{P} = \frac{-Z_1}{Z_1 - Z_1^*}, Q = \frac{-1}{Z_2 - Z_2^*}, \bar{Q} = \frac{-Z_2}{Z_2 - Z_2^*}$$

3.7 Validasi

Metode penelitian akan diuji validitasnya dengan menggunakan *software* LINGO 18.0 *Unlimited*. Validasi akan dilakukan dengan cara membandingkan jadwal asli kasir Supermarket X Kota Bandung dengan jadwal kasir Supermarket X Kota Bandung dengan model *fuzzy goal programming*. Apabila *output* model *fuzzy goal programming* yang dihasilkan lebih baik dan unggul dibandingkan dengan jadwal asli, maka penelitian akan dilanjutkan. Namun, jika tidak sesuai, maka model optimisasi yang digunakan akan dianalisis ulang dan diperbaiki.

3.8 Penarikan Kesimpulan

Dalam penarikan kesimpulan, hasil penelitian yang telah dilaksanakan dirangkum kembali. Kesimpulan tersebut mencakup kesesuaian antara hasil penelitian dengan rumusan masalah dan hasil implementasi yang mencakup optimisasi penjadwalan kasir yang dapat dihasilkan dari data-data penelitian.