

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Formulasi Ransum ke Program Linear

Dalam penelitian ini digunakan Sapi Potong sebanyak 10 ekor, yang dibagi menjadi tiga kelompok menurut bobot badannya. Kelompok I terdiri dari 4 ekor sapi yang mempunyai bobot badan > 350–400 kg, kelompok II terdiri dari 3 ekor yang mempunyai bobot badan > 400–450 kg, dan kelompok III terdiri dari 3 ekor sapi yang mempunyai bobot badan > 450–500 kg dengan kebutuhan total 15–20 kg/ekor. Pengelompokan sapi menurut bobot badan tersebut bertujuan untuk membedakan jumlah pemberian pakan, karena jumlah kebutuhan zat pakan tiap kelompok berbeda.

Pangan merupakan salah satu kebutuhan pokok yang dibutuhkan tubuh sapi setiap hari dalam jumlah tertentu sebagai sumber gizi dan zat-zat gizi. Masalahnya adalah bagaimana memenuhi kandungan gizi yang masuk dalam tubuh sapi dalam sehari, yakni dengan mengkombinasikan berbagai jenis makanan dan memberikan biaya terendah. Pada skripsi ini, pembahasan difokuskan kepada tiga kasus kombinasi makanan yang dibentuk berdasarkan data yang tersedia.

Tiga kasus kombinasi makanan yang dibentuk, yaitu:

1. Kombinasi 1 : jerami padi, ketela, ampas tahu, bekatul
2. Kombinasi 2 : jerami padi, dedak halus padi, bungkil kelapa, ketela
3. Kombinasi 3 : tepung ikan, dedak halus padi, bungkil kelapa, bungkil kedelai

disusun dengan tujuan mengoptimalkan kandungan gizi didalamnya, dan memberikan biaya total seminimal mungkin untuk menu perhari.

Dalam konsumsi Sapi Potong diperlukan ransum yang cukup dan seimbang yang berguna untuk menstabilkan kondisi Sapi Potong itu sendiri agar tetap terjaga gizinya. Ransum seimbang ini akan diformulasikan ke program linear. Tetapi, sebelum ransum seimbang diformulasikan ke program linear diperlukan langkah-langkah untuk menentukan jumlah kebutuhan nutrisi yang diberikan. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Menyiapkan tabel penambahan bobot badan harian pada Lampiran 1
2. Menyiapkan Kebutuhan Nutrisi Sapi Potong pada Lampiran 2
3. Menghitung Kebutuhan Nutrisi Sapi Potong kelompok I,II, dan III

Untuk perhitungan kebutuhan nutrisi Sapi Potong akan dicari kebutuhan nutrisi meliputi kebutuhan BK(Bahan Kering), TDN(*Total Digestible Nutrient*), PK(Protein Kasar), Ca(Kalsium), dan P (Phospor), dimana BK atau bahan kering adalah bahan yang terkandung dalam pakan setelah dihilangkan airnya, TDN(*Total Digestible Nutrient*) adalah total nutrisi yang dapat dicerna, PK atau protein kasar adalah semua zat yang mengandung nitrogen. Porsentase TDN, PK, Ca, dan P berdasarkan BK.

Rumus untuk menghitung BK, TDN, PK, Ca, dan P.

$$BK_n = BK_a - \frac{(BB_a - BB_d)}{(BB_b - BB_d)} \times (BK_b - BK_d)$$

$$BK_{akhir} = BK_1 - \frac{(PBBH - PBBH_1)}{(PBBH_2 - PBBH_1)} \times (BK_2 - BK_1)$$

$$TDN_n = TDN_a - \frac{(BB_a - BB_d)}{(BB_b - BB_d)} \times (TDN_b - TDN_d)$$

$$TDN_{akhir} = TDN_1 - \frac{(PBBH - PBBH_1)}{(PBBH_2 - PBBH_1)} \times (TDN_2 - TDN_1)$$

$$PK_n = PK_a - \frac{(BB_a - BB_d)}{(BB_b - BB_d)} \times (PK_b - PK_d)$$

$$PK_{akhir} = PK_1 - \frac{(PBBH - PBBH_1)}{(PBBH_2 - PBBH_1)} \times (PK_2 - PK_1)$$

$$Ca_n = Ca_a - \frac{(BB_a - BB_d)}{(BB_b - BB_d)} \times (Ca_b - Ca_d)$$

$$Ca_{akhir} = Ca_1 - \frac{(PBBH - PBBH_1)}{(PBBH_2 - PBBH_1)} \times (Ca_2 - Ca_1)$$

$$P_n = P_a - \frac{(BB_a - BB_d)}{(BB_b - BB_d)} \times (P_b - P_d)$$

$$P_{\text{akhir}} = P_1 - \frac{(PBBH - PBBH_1)}{(PBBH_2 - PBBH_1)} \times (P_2 - P_1)$$

dimana,

BB = Bobot badan

PBBH = Pertambahan bobot badan harian

n = banyaknya kategori BK berdasarkan PBBH_d (n = 2)

d = diketahui

a = awal

b = berikutnya

Berikut perhitungan kebutuhan nutrisi pada Sapi Potong:

1. Kelompok I

Bahan Kering (BK) :

Perhitungan kebutuhan BK sapi kelompok I bobot badan 382 kg dengan PBBH 1,08 kg adalah sebagai berikut:

Diketahui :

- Kebutuhan BK untuk BB 350 kg dengan PBBH 1,00 kg sama dengan 8,5 kg
- Kebutuhan BK untuk BB 350 kg dengan PBBH 1,20 kg sama dengan 8,5 kg
- Kebutuhan BK untuk BB 400 kg dengan PBBH 1,00 kg sama dengan 9,3 kg
- Kebutuhan BK untuk BB 400 kg dengan PBBH 1,20 kg sama dengan 9,4 kg

Kebutuhan BK untuk sapi dengan BB 382 kg dan PBBH 1,00 kg

$$BK = BK_a - \frac{(BB_a - BB_d)}{(BB_b - BB_d)} \times (BK_b - BK_d)$$

$$BK_1 = 8,5 - \frac{(382 - 350)}{(400 - 350)} \times (9,3 - 8,5) = 9,012 \text{ kg}$$

Kebutuhan BK untuk sapi dengan BB 382 kg dan PBBH 1,20 kg

$$BK_2 = 8,5 - \frac{(382 - 350)}{(400 - 350)} \times (9,4 - 8,5) = 9,076 \text{ kg}$$

Kebutuhan BK untuk sapi dengan BB 382 kg dan PBBH 1,08 kg

$$BK_{akhir} = BK_1 - \frac{(PBBH - PBBH_1)}{(PBBH_2 - PBBH_1)} \times (BK_2 - BK_1)$$

$$BK_{akhir} = 9,012 - \frac{(1,08 - 1,00)}{(1,20 - 1,00)} \times (9,076 - 9,012) = 9,037 \text{ kg}$$

Sehingga untuk kebutuhan Bahan Kering(BK) BB 382 kg dan PBBH 1,08 kg pada kelompok I adalah 9,037 kg atau 2.364 % dari BB.

Kebutuhan TDN (*Total digestible nutrient*):

Perhitungan kebutuhan TDN sapi kelompok I bobot badan 382 kg dengan PBBH 1,08 kg :

Diketahui :

- Kebutuhan TDN untuk BB 350 kg dengan PBBH 1,0 kg sama dengan 5,6 kg
- Kebutuhan TDN untuk BB 350 kg dengan PBBH 1,2 kg sama dengan 6,2 kg
- Kebutuhan TDN untuk BB 400 kg dengan PBBH 1,0 kg sama dengan 6,2 kg
- Kebutuhan TDN untuk BB 400 kg dengan PBBH 1,2 kg sama dengan 7,0 kg

Kebutuhan TDN untuk sapi dengan BB 382 kg dan PBBH 1,00 kg

$$TDN_n = TDN_a - \frac{(BB_a - BB_d)}{(BB_b - BB_d)} \times (TDN_b - TDN_d)$$

$$TDN_1 = 5,6 - \frac{(382 - 350)}{(400 - 350)} \times (6,2 - 5,6) = 5,98 \text{ kg}$$

Kebutuhan TDN untuk sapi dengan BB 382 kg dan PBBH 1,20 kg

$$TDN_2 = 6,2 - \frac{(382 - 350)}{(400 - 350)} \times (7,0 - 5,2) = 6,71 \text{ kg}$$

Kebutuhan TDN untuk sapi dengan BB 382 kg dan PBBH 1,08 kg

$$TDN_{akhir} = TDN_1 - \frac{(PBBH - PBBH_1)}{(PBBH_2 - PBBH_1)} \times (TDN_2 - TDN_1)$$

$$TDN_{akhir} = 5,984 - \frac{(1,08 - 1,00)}{(1,20 - 1,00)} \times (6,712 - 5,984) = 6,27 \text{ kg}$$

Sehingga untuk kebutuhan TDN(*Total Digestible Nutrient*) BB 382 kg dan PBBH 1,08 kg pada kelompok I adalah 6,27 kg atau 69,435 % dari kebutuhan BK(kg).

Kebutuhan Protein Kasar(PK) :

Perhitungan kebutuhan PK sapi kelompok I bobot badan 382 kg dengan PBBH 1,08 kg :

Diketahui :

- Kebutuhan PK untuk BB 350 kg dengan PBBH 1,00 kg sama dengan 874 g
- Kebutuhan PK untuk BB 350 kg dengan PBBH 1,20 kg sama dengan 923 g
- Kebutuhan PK untuk BB 400 kg dengan PBBH 1,00 kg sama dengan 913 g
- Kebutuhan PK untuk BB 400 kg dengan PBBH 1,20 kg sama dengan 967 g

Kebutuhan PK untuk sapi dengan BB 382 kg dan PBBH 1,00 kg

$$PK_n = PK_a - \frac{(BB_a - BB_d)}{(BB_b - BB_d)} \times (PK_b - PK_d)$$

$$PK_1 = 874 - \frac{(382 - 350)}{(400 - 350)} \times (913 - 874) = 898,96 \text{ g}$$

Kebutuhan PK untuk sapi dengan BB 382 kg dan PBBH 1,20 kg

$$PK_2 = 923 - \frac{(382 - 350)}{(400 - 350)} \times (967 - 923) = 951,16 \text{ g}$$

Kebutuhan PK untuk sapi dengan BB 382 kg dan PBBH 1,08 kg

$$PK_{akhir} = PK_1 - \frac{(PBBH - PBBH_1)}{(PBBH_2 - PBBH_1)} \times (PK_2 - PK_1)$$

$$PK_{akhir} = 898,96 - \frac{(1,08 - 1,00)}{(1,20 - 1,00)} \times (951,16 - 898,96) = 919,84 \text{ g}$$

Sehingga untuk kebutuhan Protein Kasar(PK) BB 382 kg dan PBBH 1,08 kg pada kelompok I adalah 919,84 g atau 10,186 % dari kebutuhan BK(kg).

Kebutuhan Ca:

Perhitungan kebutuhan Ca sapi kelompok I bobot badan 382 kg dengan PBBH 1,08 kg :

Diketahui :

- Kebutuhan Ca untuk BB 350 kg dengan PBBH 1,00 kg sama dengan 30 g
- Kebutuhan Ca untuk BB 350 kg dengan PBBH 1,20 kg sama dengan 32 g
- Kebutuhan Ca untuk BB 400 kg dengan PBBH 1,00 kg sama dengan 31 g
- Kebutuhan Ca untuk BB 400 kg dengan PBBH 1,20 kg sama dengan 33 g

Kebutuhan Ca untuk sapi dengan BB 382 kg dan PBBH 1,00 kg

$$Ca_n = Ca_a - \frac{(BB_a - BB_d)}{(BB_b - BB_d)} \times (Ca_b - Ca_d)$$

$$Ca_1 = 30 - \frac{(382 - 350)}{(400 - 350)} \times (31 - 30) = 30,64 \text{ Kg}$$

Kebutuhan Ca untuk sapi dengan BB 382 kg dan PBBH 1,20 kg

$$Ca_2 = 32 - \frac{(382 - 350)}{(400 - 350)} \times (33 - 32) = 32,64 \text{ Kg}$$

Kebutuhan Ca untuk sapi dengan BB 382 kg dan PBBH 1,08 kg

$$Ca_{akhir} = Ca_1 - \frac{(PBBH_2 - PBBH_1)}{(PBBH_2 - PBBH_1)} \times (Ca_2 - Ca_1)$$

$$Ca_{akhir} = 30,64 - \frac{(1,08 - 1,00)}{(1,20 - 1,00)} \times (32,64 - 30,64) = 31,44 \text{ Kg}$$

Sehingga untuk kebutuhan Ca BB 382 kg dan PBBH 1,08 kg pada kelompok I adalah 31,44 g atau 0.348 % dari kebutuhan BK(kg).

Kebutuhan P:

Perhitungan kebutuhan P sapi kelompok I bobot badan 382 kg dengan PBBH 1,08 kg :

Diketahui :

- Kebutuhan P untuk BB 350 kg dengan PBBH 1,00 kg sama dengan 21 g

- Kebutuhan P untuk BB 350 kg dengan PBBH 1,20 kg sama dengan 24 g
- Kebutuhan P untuk BB 400 kg dengan PBBH 1,00 kg sama dengan 24 g
- Kebutuhan P untuk BB 400 kg dengan PBBH 1,20 kg sama dengan 25 g

Kebutuhan P untuk sapi dengan BB 382 kg dan PBBH 1,00 kg

$$P_n = P_a - \frac{(BB_a - BB_d)}{(BB_b - BB_d)} \times (P_b - P_d)$$

$$P_1 = 21 - \frac{(382 - 350)}{(400 - 350)} \times (24 - 21) = 22,92 \text{ g}$$

Kebutuhan P untuk sapi dengan BB 382 kg dan PBBH 1,20 kg

$$P_2 = 24 - \frac{(382 - 350)}{(400 - 350)} \times (25 - 24) = 24,64 \text{ g}$$

Kebutuhan P untuk sapi dengan BB 382 kg dan PBBH 1,08 kg

$$P_{akhir} = P_1 - \frac{(PBBH - PBBH_1)}{(PBBH_2 - PBBH_1)} \times (P_2 - P_1)$$

$$P_{akhir} = 22,92 - \frac{(1,08 - 1,00)}{(1,20 - 1,00)} \times (24,64 - 22,92) = 23,61 \text{ g}$$

Sehingga untuk kebutuhan P BB 382 kg dan PBBH 1,08 kg pada kelompok I adalah 23,61 g atau 0,261 % dari kebutuhan BK(kg).

2. Kelompok II

Seperti perhitungan kebutuhan nutrisi pada kelompok I, maka didapatkan hasil kebutuhan nutrisi pada Sapi Potong Kelompok II dengan perincian kebutuhan BK, TDN, PK, Ca, dan P untuk sapi dengan BB 436 Kg dan PBBH 1,14 kg adalah sebagai berikut:

Bahan Kering(BK) = 9,98 Kg atau 2,284 % dari BB

TDN(*Total Digestible Nutrient*) = 7,19 Kg atau 72,189 % dari kebutuhan BK(kg)

Protein Kasar(PK) = 973,67 g atau 9,776 % dari kebutuhan BK(kg)

Ca = 30,96 g atau 0,311 % dari kebutuhan BK(kg)

P = 26,64 g atau 0,267 % dari kebutuhan BK(kg)

3. Kelompok III

Seperti perhitungan kebutuhan nutrisi pada kelompok I, maka didapatkan hasil kebutuhan nutrisi pada Sapi Potong Kelompok III dengan perincian kebutuhan BK, TDN, PK, Ca, dan P untuk sapi dengan BB 476 Kg dan PBBH 1,25 kg adalah sebagai berikut:

Bahan Kering(BK) = 10,54 Kg atau 2,215 % dari BB

TDN(*Total Digestible Nutrient*) = 8,08 Kg atau 76,722 % dari kebutuhan BK(kg)

Protein Kasar(PK) = 1023,08 g atau 9,705 % dari kebutuhan BK(kg)

Ca = 31,5 g atau 0,299 % dari kebutuhan BK(kg)

P = 28,24 g atau 0,269 % dari kebutuhan BK(kg)

Dari perhitungan nutrisi pada Sapi Potong diatas, sehingga menemukan nilai zat gizi yang sesuai dengan kadar kebutuhan zat gizi yang dikonsumsi pada Sapi Potong.

Tabel 4.1 Kebutuhan zat pakan sapi potong

Bahan Pakan	Konsumsi				
	BK	TDN	PK	Ca	P
	%		%		
Kelompok I					
Kebutuhan	2,364	69,433	10,186	0,348	0,261
Kelompok II					
Kebutuhan	2,284	72,189	9,776	0,311	0,267
Kelompok III					
Kebutuhan	2,215	76,722	9,705	0,299	0,269

Sumber: Haryanti, 2009

Konsumsi zat gizi berupa Bahan kering(BK) dari Tabel 4.1 menunjukkan bahwa konsumsi BK telah mencukupi kebutuhan bahkan melebihi. Selain itu Bahan Kering(BK) disini mempunyai fungsi yaitu sebagai pengisi lambung, perangsang dinding saluran pencernaan dan menguatkan pembentukan enzim, dan apabila ternak kekurangan BK maka akan menyebabkan ternak kekurangan pakan.

Tabel 4.1 untuk kebutuhan Protein Kasar(PK) menunjukkan bahwa konsumsi PK telah mencukupi dan melebihi kebutuhan. Tingginya konsumsi PK dibanding kebutuhan BK terjadi akibat

konsumsi BK yang tinggi dan ransum yang dikonsumsi mempunyai kandungan protein yang cukup tinggi.

Tabel 4.1 untuk kebutuhan TDN (*Total Digestible Nutrient*) menunjukkan bahwa konsumsi TDN telah mencukupi dan melebihi kebutuhan. Sedangkan untuk Ca dan P dari Tabel 4.1 menunjukkan bahwa konsumsi Ca dan P telah mencukupi dan melebihi kebutuhan. Hal ini sesuai dengan pendapat Sugeng (1998), yaitu tubuh hewan memerlukan mineral untuk membentuk jaringan tulang dan urat, untuk memproduksi dan mengganti mineral dalam tubuh yang hilang, serta untuk memelihara kesehatan. Perhitungan konsumsi BK, TDN, PK, Ca, dan P dapat dilihat pada langkah 6 dibawah ini. Data konsumsi BK, TDN, PK, Ca, dan P dapat dilihat pada Lampiran 5.

Selanjutnya untuk formulasi ransum ke program linear ada beberapa tahapan. Tahapannya sebagai berikut:

1. Menyiapkan daftar harga makanan Sapi Potong seperti pada Lampiran 5 dan letakkan sebagai fungsi tujuan atau fungsi sasarannya.
2. Menyiapkan kebutuhan zat pakan Sapi Potong seperti pada Lampiran 4 dan letakkan sebagai fungsi pembatas.
3. Menyiapkan kandungan nutrisi seperti pada Lampiran 3 dan letakkan sebagai fungsi kendala
4. Formulasi ransum ke program linear umum dari tiga kasus adalah sebagai berikut:

a. Kelompok I (>350-400 kg)

- Kasus I

Bentuk Umum

Minimumkan

$$Z = 500x_1 + 800x_2 + 1500x_3 + 2000x_4$$

dengan kendala:

$$87,5x_1 + 79,5x_2 + 14,6x_3 + 88x_4 \geq 2,364$$

$$43,2x_1 + 78,5x_2 + 77,9x_3 + 69,9x_4 \geq 69,43$$

$$4,15x_1 + 2,6x_2 + 30,3x_3 + 12,8x_4 \geq 10,186$$

$$0,413x_1 + 0,17x_2 + 0,39x_3 + 0,079x_4 \geq 0,348$$

$$0,292x_1 + 0,09x_2 + 0,839x_3 + 1,23x_4 \geq 0,261$$

$$x_i \geq 0, i = 1,2,3,4$$

- **Kasus II**

Bentuk Umum

Minimumkan

$$Z = 500x_1 + 1550x_2 + 2500x_3 + 800x_4$$

dengan kendala :

$$87,5x_1 + 86x_2 + 86x_3 + 79,5x_4 \geq 2,364$$

$$43,2x_1 + 70x_2 + 66x_3 + 78,5x_4 \geq 69,43$$

$$4,15x_1 + 12,5x_2 + 21,6x_3 + 2,6x_4 \geq 10,186$$

$$0,413x_1 + 0,06x_2 + 0,08x_3 + 0,17x_4 \geq 0,348$$

$$0,292x_1 + 1,55x_2 + 0,67x_3 + 0,09x_4 \geq 0,261$$

$$x_i \geq 0, i = 1,2,3,4$$

- **Kasus III**

Bentuk Umum

Minimumkan

$$Z = 2000x_1 + 1550x_2 + 2500x_3 + 1050x_4$$

dengan kendala :

$$86x_1 + 86x_2 + 86x_3 + 86x_4 \geq 2,364$$

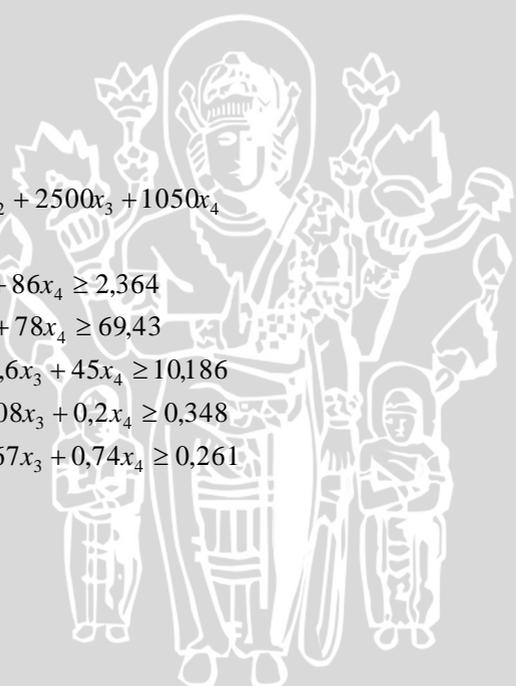
$$69x_1 + 70x_2 + 66x_3 + 78x_4 \geq 69,43$$

$$61,2x_1 + 12,5x_2 + 21,6x_3 + 45x_4 \geq 10,186$$

$$6,61x_1 + 0,06x_2 + 0,08x_3 + 0,2x_4 \geq 0,348$$

$$4,34x_1 + 1,55x_2 + 0,67x_3 + 0,74x_4 \geq 0,261$$

$$x_i \geq 0, i = 1,2,3,4$$



b. Kelompok II(>400-450 kg)

- **Kasus I**

Bentuk Umum

Minimumkan

$$Z = 500x_1 + 800x_2 + 1500x_3 + 2000x_4$$

dengan kendala :

$$87,5x_1 + 79,5x_2 + 14,6x_3 + 88x_4 \geq 2,284$$

$$43,2x_1 + 78,5x_2 + 77,9x_3 + 69,9x_4 \geq 72,189$$

$$4,15x_1 + 2,6x_2 + 30,3x_3 + 12,8x_4 \geq 9,776$$

$$0,413x_1 + 0,17x_2 + 0,39x_3 + 0,079x_4 \geq 0,311$$

$$0,292x_1 + 0,09x_2 + 0,839x_3 + 1,23x_4 \geq 0,267$$

$$x_i \geq 0, i = 1,2,3,4$$

- **Kasus II**

Bentuk Umum

Minimumkan

$$Z = 500x_1 + 1550x_2 + 2500x_3 + 800x_4$$

dengan kendala :

$$87,5x_1 + 86x_2 + 86x_3 + 79,5x_4 \geq 2,284$$

$$43,2x_1 + 70x_2 + 66x_3 + 78,5x_4 \geq 72,189$$

$$4,15x_1 + 12,5x_2 + 21,6x_3 + 2,6x_4 \geq 9,776$$

$$0,413x_1 + 0,06x_2 + 0,08x_3 + 0,17x_4 \geq 0,311$$

$$0,292x_1 + 1,55x_2 + 0,67x_3 + 0,09x_4 \geq 0,267$$

$$x_i \geq 0, i = 1,2,3,4$$

- **Kasus III**

Bentuk Umum

Minimumkan

$$Z = 2000x_1 + 1550x_2 + 2500x_3 + 1050x_4$$

dengan kendala :

$$86x_1 + 86x_2 + 86x_3 + 86x_4 \geq 2,284$$

$$69x_1 + 70x_2 + 66x_3 + 78x_4 \geq 72,189$$

$$61.2x_1 + 12,5x_2 + 21,6x_3 + 45x_4 \geq 9,776$$

$$6.61x_1 + 0,06x_2 + 0,08x_3 + 0,2x_4 \geq 0,311$$

$$4.34x_1 + 1,55x_2 + 0,67x_3 + 0,74x_4 \geq 0,267$$

$$x_i \geq 0, i = 1,2,3,4$$

c. Kelompok II(>400-450 kg)

- **Kasus I**

Bentuk Umum

Minimumkan

$$Z = 500x_1 + 800x_2 + 1500x_3 + 2000x_4$$

dengan kendala :

$$87,5x_1 + 79,5x_2 + 14,6x_3 + 88x_4 \geq 2,215$$

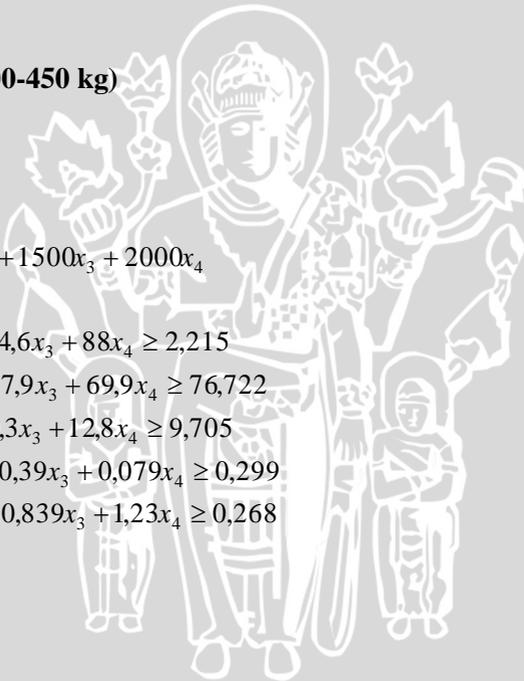
$$43,2x_1 + 78,5x_2 + 77,9x_3 + 69,9x_4 \geq 76,722$$

$$4,15x_1 + 2,6x_2 + 30,3x_3 + 12,8x_4 \geq 9,705$$

$$0,413x_1 + 0,17x_2 + 0,39x_3 + 0,079x_4 \geq 0,299$$

$$0,292x_1 + 0,09x_2 + 0,839x_3 + 1,23x_4 \geq 0,268$$

$$x_i \geq 0, i = 1,2,3,4$$



- **Kasus II**

Bentuk Umum

Minimumkan

$$Z = 500x_1 + 1550x_2 + 2500x_3 + 800x_4$$

dengan kendala :

$$87,5x_1 + 86x_2 + 86x_3 + 79,5x_4 \geq 2,215$$

$$43,2x_1 + 70x_2 + 66x_3 + 78,5x_4 \geq 76,722$$

$$4,15x_1 + 12,5x_2 + 21,6x_3 + 2,6x_4 \geq 9,705$$

$$0,413x_1 + 0,06x_2 + 0,08x_3 + 0,17x_4 \geq 0,299$$

$$0,292x_1 + 1,55x_2 + 0,67x_3 + 0,09x_4 \geq 0,268$$

$$x_i \geq 0, i = 1,2,3,4$$

- **Kasus III**

Bentuk Umum

Minimumkan

$$Z = 2000x_1 + 700x_2 + 3000x_3 + 1050x_4$$

dengan kendala :

$$86x_1 + 86x_2 + 86x_3 + 86x_4 \geq 2,215$$

$$69x_1 + 70x_2 + 66x_3 + 78x_4 \geq 76,722$$

$$61,2x_1 + 12,5x_2 + 21,6x_3 + 45x_4 \geq 9,705$$

$$6,61x_1 + 0,06x_2 + 0,08x_3 + 0,2x_4 \geq 0,299$$

$$4,34x_1 + 1,55x_2 + 0,67x_3 + 0,74x_4 \geq 0,268$$

$$x_i \geq 0, i = 1,2,3,4$$

4.2 Formulasi Model Program Linear pada Gizi Makanan

Pangan merupakan salah satu kebutuhan pokok yang dibutuhkan Sapi Potong setiap hari dalam jumlah tertentu sebagai sumber energi dan zat-zat gizi. Masalahnya adalah bagaimana memenuhi kandungan gizi yang masuk dalam tubuh Sapi Potong tersebut dalam sehari. Berikut adalah 3 kelompok pada Sapi Potong menurut berat badannya:

Kelompok I : Berat badan > 350–400 kg

Kelompok II : Berat badan > 400–450 kg

Kelompok III : Berat badan > 450–500 kg

disusun dengan tujuan untuk membedakan jumlah pemberian pakan sehingga menemukan biaya minimum dan pengoptimalan kandungan gizi di dalamnya.

1. Variabel Keputusan

Variabel keputusan yang ditunjukkan dalam masalah ini adalah yaitu jumlah masing-masing jenis makanan dari tiap kasus.

a. Variabel keputusan kasus I

x_1 = jumlah jerami padi yang dibutuhkan

x_2 = jumlah ketela yang dibutuhkan

x_3 = jumlah ampas tahu yang dibutuhkan

x_4 = jumlah bekatul yang dibutuhkan

b. Variabel keputusan kasus II

x_1 = jumlah jerami padi yang dibutuhkan

x_2 = jumlah dedak halus padi yang dibutuhkan

x_3 = jumlah bungkil kelapa yang dibutuhkan

x_4 = jumlah ketela yang dibutuhkan

c. Variabel keputusan kasus III

x_1 = jumlah tepung ikan yang dibutuhkan

x_2 = jumlah dedak halus padi yang dibutuhkan

x_3 = jumlah bungkil kelapa yang dibutuhkan

x_4 = jumlah bungkil kedelai yang dibutuhkan

2. Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan atau biaya totalnya merupakan jumlah dari masing-masing jenis makanan pada tiap kasus tersebut dikalikan dengan jumlah kilogram kebutuhannya.

3. Batasan

Sistem kendalanya dalam hal ini adalah kebutuhan akan zat gizi makanan pada Sapi Potong.

4.2.1 Model Jenis Makanan untuk Sapi Potong Kelompok I

Ada tiga kasus kombinasi makanan untuk sapi potong kelompok I yang telah dibentuk seperti yang dijelaskan sebelumnya yaitu:

a. Kasus I

Variabel yang digunakan untuk menu makanannya dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah.

Tabel 4.2 Biaya Bahan Makanan (Kasus I)

No.	Jenis bahan makanan	Harga per kilogram	Jumlah dibutuhkan(kg)	Biaya
1.	Jerami padi padi	500	x_1	$500x_1$
2.	Ketela	800	x_2	$800 x_2$
3.	Ampas Tahu	1500	x_3	$1500x_3$
4.	Bekatul	2000	x_4	$2000 x_4$

dari tabel tersebut akan diperoleh fungsi tujuan, yaitu

$$\text{Minimumkan } Z = 500x_1 + 800x_2 + 1500x_3 + 2000x_4$$

karena diasumsikan bahwa variabel yang ditentukan menunjukkan jumlah bahan makanan yang dibutuhkan dalam sehari untuk tiap jenisnya, maka koefisien-koefisien dalam kendalanya adalah nilai gizi untuk tiap jenis bahan makanan tersebut.

Adapun fungsi kendala fungsionalnya berasal dari PKL (Praktik Kerja Lapangan) Haryanti (2009) yaitu:

1. Jumlah total minimum Bahan Kering (BK) yang dibutuhkan sapi kelompok I dalam sehari 2,364 %
2. Jumlah total minimum *Total digestible nutrients* (TDN) yang dibutuhkan sapi kelompok I dalam sehari 69, 43 %
3. Jumlah total minimum Protein Kasar (PK) yang dibutuhkan sapi kelompok I dalam sehari 10,186 %
4. Jumlah total minimum Kalsium (Ca) yang dibutuhkan sapi kelompok I dalam sehari 0,348 %
5. Jumlah total minimum Phospor (P) yang dibutuhkan sapi kelompok I dalam sehari 0,261 %

dimana fungsi kendala non negatifnya adalah jumlah bahan makanan yang dibutuhkan dalam sehari untuk tiap jenis makanan harus lebih besar atau sama dengan 0, maka dibentuk persamaan:

Minimumkan

$$Z = 500x_1 + 800x_2 + 1500x_3 + 2000x_4$$

dengan kendala :

$$87,5x_1 + 79,5x_2 + 14,6x_3 + 88x_4 \geq 2,364$$

$$43,2x_1 + 78,5x_2 + 77,9x_3 + 69,9x_4 \geq 69,43$$

$$4,15x_1 + 2,6x_2 + 30,3x_3 + 12,8x_4 \geq 10,186$$

$$0,413x_1 + 0,17x_2 + 0,39x_3 + 0,079x_4 \geq 0,348$$

$$0,292x_1 + 0,09x_2 + 0,839x_3 + 1,23x_4 \geq 0,261$$

$$x_i \geq 0, i = 1,2,3,4$$

(4.1)

b. Kasus II

Variabel yang digunakan pada kasus dua untuk menu kelompok I dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah.

Tabel 4.3 Biaya Bahan Makanan (Kasus II)

No.	Jenis bahan makanan	Harga per kilogram	Jumlah dibutuhkan(kg)	Biaya
1.	Jerami padi	500	x_1	$500x_1$
2.	Dedeh Halus Padi	1550	x_2	$1550 x_2$
3.	Bungkil Kelapa	2500	x_3	$2500x_3$
4.	Ketela	800	x_4	$800 x_4$

Model matematika yang dihasilkan dari variabel-variabel di atas adalah disesuaikan dengan Lampiran 3 untuk setiap kendalanya, yaitu

Minimumkan

$$Z = 500x_1 + 1550x_2 + 2500x_3 + 800x_4$$

dengan kendala :

$$87,5x_1 + 86x_2 + 86x_3 + 79,5x_4 \geq 2,364$$

$$43,2x_1 + 70x_2 + 66x_3 + 78,5x_4 \geq 69,43$$

$$4,15x_1 + 12,5x_2 + 21,6x_3 + 2,6x_4 \geq 10,186$$

$$0,413x_1 + 0,06x_2 + 0,08x_3 + 0,17x_4 \geq 0,348$$

$$0,292x_1 + 1,55x_2 + 0,67x_3 + 0,09x_4 \geq 0,261$$

$$x_i \geq 0, i = 1,2,3,4$$

(4.2)

c. Kasus III

Variabel yang digunakan pada kasus tiga untuk menu kelompok I dapat dilihat pada Tabel 4.4 di bawah.

Tabel 4.4 Biaya Bahan Makanan (Kasus III)

No.	Jenis bahan makanan	Harga per kilogram	Jumlah dibutuhkan(kg)	Biaya
1.	Tepung Ikan	2000	x_1	$2000x_1$
2.	Dedak Halus Padi	1550	x_2	$1550 x_2$
3.	Bungkil Kelapa	2500	x_3	$2500x_3$
4.	Bungkil Kedelai	1050	x_4	$1050 x_4$

Model matematika yang dihasilkan dari variabel–variabel diatas adalah disesuaikan dengan Lampiran 3 untuk setiap kendalanya yaitu:

Minimumkan

$$Z = 2000x_1 + 1550x_2 + 2500x_3 + 1050x_4$$

dengan kendala :

$$86x_1 + 86x_2 + 86x_3 + 86x_4 \geq 2,364$$

$$69x_1 + 70x_2 + 66x_3 + 78x_4 \geq 69,43$$

$$61.2x_1 + 12,5x_2 + 21,6x_3 + 45x_4 \geq 10,186$$

$$6.61x_1 + 0,06x_2 + 0,08x_3 + 0,2x_4 \geq 0,348$$

$$4.34x_1 + 1,55x_2 + 0,67x_3 + 0,74x_4 \geq 0,261$$

$$x_i \geq 0, i = 1,2,3,4$$

(4.3)

4.2.2 Model Jenis Makanan untuk Sapi Potong Kelompok II

Seerti halnya pada kelompok I, maka pada kelompok II pun dibuat tiga kasus kombinasi makanan, dimana pada tiap kasus tersebut variabelnya sama dengan kasus kombinasi makanan kelompok I. Perbedaannya yaitu terletak pada ruas kanan fungsi kendala yang menunjukkan jumlah kebutuhan nutrisi yang dibutuhkan kelompok II, sementara koefisien–koefisien kendala dan fungsi tujuannya adalah tetap seperti pada kasus kombinasi makanan kelompok I.

a. Kasus I

Model kombinasi makanan kasus I untuk kelompok II menghasilkan fungsi kendala fungsionalnya berasal dari PKL (Praktik Kerja Lapangan) Haryanti (2009) yaitu:

1. Jumlah total minimum Bahan Kering (BK) yang dibutuhkan sapi kelompok I dalam sehari 2,284 %
2. Jumlah total minimum *Total digestible nutrients* (TDN) yang dibutuhkan sapi kelompok I dalam sehari 72,189 %
3. Jumlah total minimum Protein Kasar (PK) yang dibutuhkan sapi kelompok I dalam sehari 9,776 %
4. Jumlah total minimum Kalsium (Ca) yang dibutuhkan sapi kelompok I dalam sehari 0,311 %
5. Jumlah total minimum Phospor (P) yang dibutuhkan sapi kelompok I dalam sehari 0,267 %

dimana fungsi kendala non negatifnya adalah jumlah bahan makanan yang dibutuhkan dalam sehari untuk tiap jenis makanan harus lebih besar atau sama dengan 0, maka dibentuk persamaan:

Minimumkan

$$Z = 500x_1 + 800x_2 + 1500x_3 + 2000x_4$$

dengan kendala :

$$87,5x_1 + 79,5x_2 + 14,6x_3 + 88x_4 \geq 2,284$$

$$43,2x_1 + 78,5x_2 + 77,9x_3 + 69,9x_4 \geq 72,189$$

$$4,15x_1 + 2,6x_2 + 30,3x_3 + 12,8x_4 \geq 9,776$$

$$0,413x_1 + 0,17x_2 + 0,39x_3 + 0,079x_4 \geq 0,311$$

$$0,292x_1 + 0,09x_2 + 0,839x_3 + 1,23x_4 \geq 0,267$$

$$x_i \geq 0, i = 1,2,3,4$$

(4.4)

b. Kasus II

Model matematika yang dibentuk untuk kombinasi makanan kasus II pada kelompok II adalah:

Minimumkan

$$Z = 500x_1 + 1550x_2 + 2500x_3 + 800x_4$$

dengan kendala :

$$87,5x_1 + 86x_2 + 86x_3 + 79,5x_4 \geq 2,284$$

$$43,2x_1 + 70x_2 + 66x_3 + 78,5x_4 \geq 72,189$$

$$4,15x_1 + 12,5x_2 + 21,6x_3 + 2,6x_4 \geq 9,776$$

$$0,413x_1 + 0,06x_2 + 0,08x_3 + 0,17x_4 \geq 0,311$$

$$0,292x_1 + 1,55x_2 + 0,67x_3 + 0,09x_4 \geq 0,267$$

$$x_i \geq 0, i = 1,2,3,4$$

(4.5)

c. Kasus III

Model matematika yang dibentuk untuk kombinasi makanan kasus III pada kelompok II adalah:

Minimumkan

$$Z = 2000x_1 + 1550x_2 + 2500x_3 + 1050x_4$$

dengan kendala :

$$86x_1 + 86x_2 + 86x_3 + 86x_4 \geq 2,284$$

$$69x_1 + 70x_2 + 66x_3 + 78x_4 \geq 72,189$$

$$61,2x_1 + 12,5x_2 + 21,6x_3 + 45x_4 \geq 9,776$$

$$6,61x_1 + 0,06x_2 + 0,08x_3 + 0,2x_4 \geq 0,311$$

$$4,34x_1 + 1,55x_2 + 0,67x_3 + 0,74x_4 \geq 0,267$$

$$x_i \geq 0, i = 1,2,3,4$$

(4.6)

4.2.3 Model Jenis Makanan untuk Sapi Potong Kelompok III

Seperti halnya pada kelompok I, maka pada kelompok III pun dibuat tiga kasus kombinasi makanan, dimana pada tiap kasus tersebut variabelnya sama dengan kasus kombinasi makanan kelompok I. Perbedaannya yaitu terletak pada ruas kanan fungsi kendala yang menunjukkan jumlah kebutuhan nutrisi yang

dibutuhkan kelompok III, sementara koefisien–koefisien kendala dan fungsi tujuannya adalah tetap seperti pada kasus kombinasi makanan kelompok I.

a. Kasus I

Model kombinasi makanan kasus I untuk kelompok III menghasilkan fungsi kendala fungsionalnya berasal dari PKL (Praktik Kerja Lapangan) Haryanti (2009) yaitu:

1. Jumlah total minimum Bahan Kering (BK) yang dibutuhkan sapi kelompok I dalam sehari 2,215 %
2. Jumlah total minimum *Total digestible nutrients* (TDN) yang dibutuhkan sapi kelompok I dalam sehari 76,722 %
3. Jumlah total minimum Protein Kasar (PK) yang dibutuhkan sapi kelompok I dalam sehari 9,705 %
4. Jumlah total minimum Kalsium (Ca) yang dibutuhkan sapi kelompok I dalam sehari 0,299 %
5. Jumlah total minimum Phospor (P) yang dibutuhkan sapi kelompok I dalam sehari 0,268 %

dimana fungsi kendala non negatifnya adalah jumlah bahan makanan yang dibutuhkan dalam sehari untuk tiap jenis makanan harus lebih besar atau sama dengan 0,

maka dibentuk persamaan:

Minimumkan

$$Z = 500x_1 + 800x_2 + 1500x_3 + 2000x_4$$

dengan kendala :

$$87,5x_1 + 79,5x_2 + 14,6x_3 + 88x_4 \geq 2,215$$

$$43,2x_1 + 78,5x_2 + 77,9x_3 + 69,9x_4 \geq 76,722$$

$$4,15x_1 + 2,6x_2 + 30,3x_3 + 12,8x_4 \geq 9,705$$

$$0,413x_1 + 0,17x_2 + 0,39x_3 + 0,079x_4 \geq 0,299$$

$$0,292x_1 + 0,09x_2 + 0,839x_3 + 1,23x_4 \geq 0,268$$

$$x_i \geq 0, i = 1,2,3,4$$

(4.7)

b. Kasus II

Model matematika yang dibentuk untuk kombinasi makanan kasus II pada kelompok III adalah:

Minimumkan

$$Z = 500x_1 + 1550x_2 + 2500x_3 + 800x_4$$

dengan kendala :

$$87,5x_1 + 86x_2 + 86x_3 + 79,5x_4 \geq 2,215$$

$$43,2x_1 + 70x_2 + 66x_3 + 78,5x_4 \geq 76,722$$

$$4,15x_1 + 12,5x_2 + 21,6x_3 + 2,6x_4 \geq 9,705$$

$$0,413x_1 + 0,06x_2 + 0,08x_3 + 0,17x_4 \geq 0,299$$

$$0,292x_1 + 1,55x_2 + 0,67x_3 + 0,09x_4 \geq 0,268$$

$$x_i \geq 0, i = 1,2,3,4$$

(4.8)

c. Kasus III

Model matematika yang dibentuk untuk kombinasi makanan kasus III pada kelompok III adalah:

Minimumkan

$$Z = 2000x_1 + 700x_2 + 3000x_3 + 1050x_4$$

dengan kendala :

$$86x_1 + 86x_2 + 86x_3 + 86x_4 \geq 2,215$$

$$69x_1 + 70x_2 + 66x_3 + 78x_4 \geq 76,722$$

$$61,2x_1 + 12,5x_2 + 21,6x_3 + 45x_4 \geq 9,705$$

$$6,61x_1 + 0,06x_2 + 0,08x_3 + 0,2x_4 \geq 0,299$$

$$4,34x_1 + 1,55x_2 + 0,67x_3 + 0,74x_4 \geq 0,268$$

$$x_i \geq 0, i = 1,2,3,4$$

(4.9)

4.3 Pengolahan Data

Penyelesaian model matematika menggunakan algoritma Titik Interior dari tiap kasus jenis makanan diatas dengan cara mengubah model program linear tersebut ke dalam bentuk Titik Interior untuk masing-masing kasus. Apabila program linear telah berada dalam bentuk Interior Point, maka dapat diselesaikan dengan algoritma

Titik Interior menggunakan bantuan MAPLE 15 dan LINGO. Dengan demikian pengoptimalan kandungan gizi dapat terjadi dan biaya minimumpun dapat dihasilkan, dimana harga yang terdapat pada fungsi tujuan merupakan harga yang berlaku pada tanggal 14–16 Desember 2012.

4.3.1 Kombinasi Makanan untuk Kelompok I

Model matematika program linear umum yang telah dibuat pada jenis makanan tiap kelompok.

a. Kasus I

Berikut diberikan contoh perhitungan pada kasus I menggunakan Algoritma Titik Interior, dimana bentuk Titik Interior dari persamaan (4.1) diperoleh dengan mengubah program linear umum menjadi bentuk maximize yang diperluas.

Langkah 1. Menentukan Model Matematika dalam bentuk maximize yang diperluas

Maksimumkan

$$Z' = -500x_1 - 800x_2 - 1500x_3 - 2000x_4$$

dengan kendala :

$$-87,5x_1 - 79,5x_2 - 14,6x_3 - 88x_4 + x_5 = -2,364$$

$$-43,2x_1 - 78,5x_2 - 77,9x_3 - 69,9x_4 + x_6 = -69,43$$

$$-4,15x_1 - 2,6x_2 - 30,3x_3 - 12,8x_4 + x_7 = -10,186$$

$$-0,413x_1 - 0,17x_2 - 0,39x_3 - 0,079x_4 + x_8 = -0,348$$

$$-0,292x_1 - 0,09x_2 - 0,839x_3 - 1,23x_4 + x_9 = -0,261$$

$$x_i \geq 0, i = 1, \dots, 9$$

(4.4)

dengan koefisien fungsi tujuannya

$$c^T = \begin{bmatrix} -500 \\ -800 \\ -1500 \\ -2000 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

dan koefisien kendalanya

$$A := \begin{bmatrix} -87.5 & -79.5 & -14.6 & -88 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -43.2 & -78.5 & -77.9 & -69.9 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -4.15 & -2.6 & -30.3 & -12.8 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -0.413 & -0.17 & -0.39 & -0.079 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ -0.292 & -0.09 & -0.839 & -1.23 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Iterasi 1

Pilih penyelesaian percobaan awal dengan $[x_1, \dots, x_4] = [1, \dots, 1]$.

Kemudian untuk mencari $[x_4, \dots, x_5]$ dengan cara memasukkan nilai dari $[x_1, \dots, x_4] = [1, \dots, 1]$ ke dalam persamaan fungsi kendala pada persamaan (4.4), dimana harus memenuhi pembatasnya. Sehingga dengan memasukkan $[x_1, \dots, x_4] = [1, \dots, 1]$ ke dalam fungsi kendala, didapatkan hasil sebagai berikut: (Contoh perhitungan pada Lampiran 27)

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \\ x_8 \\ x_9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 267,236 \\ 200,07 \\ 39,664 \\ 0,704 \\ 2,190 \end{bmatrix}$$

dengan matriks diagonalnya

$$D = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 267.236 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 200.07 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 39.664 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.704 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2.190 \end{pmatrix}$$

Langkah 2. Menghitung nilai \bar{A} yaitu dengan mengalikan matriks diagonal **D** dengan matriks koefisien kendala **A**

