

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Rancang Bangun Sistem

Menurut Pressman (2012), perancangan adalah langkah pertama dalam fase pengembangan rekayasa produk atau sistem. Perancangan itu adalah proses penerapan berbagai teknik dan prinsip yang bertujuan untuk mendefinisikan sebuah peralatan, satu proses atau satu sistem secara detail yang membolehkan dilakukan realisasi fisik. Bangun sistem adalah membangun sistem informasi dan komponen yang didasarkan pada spesifikasi desain (Whitten dkk, 2007).

Dengan demikian pengertian rancang bangun merupakan kegiatan menerjemahkan hasil analisis ke dalam bentuk paket perangkat lunak kemudian menciptakan sistem tersebut ataupun memperbaiki sistem yang sudah ada.

2.2 Aplikasi

Pengertian Aplikasi menurut (Jogiyanto, 2010) adalah penggunaan dalam suatu komputer, instruksi (*instruction*) atau pernyataan (*statement*) yang disusun sedemikian rupa sehingga komputer dapat memproses *input* menjadi output. Aplikasi merupakan rangkaian kegiatan atau perintah untuk dieksekusi oleh komputer. Program merupakan kumpulan *instruction set* yang akan dijalankan oleh pemroses, yaitu berupa *software*. Program berisi konstruksi logika yang dibuat oleh manusia, dan sudah diterjemahkan ke dalam bahasa mesin sesuai dengan format yang ada pada *instruction set*. Program aplikasi merupakan program siap pakai. Program yang direkam untuk melaksanakan suatu fungsi bagi

pengguna atau aplikasi yang lain. Contoh-contoh aplikasi ialah program pemroses kata dan Web Browser.

2.3 Pengoptimalan

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) *online*, pengoptimalan adalah proses, cara, perbuatan mengoptimalkan (menjadikan paling baik, paling tinggi dan sebagainya). Menurut Ledesma (2008) optimalisasi adalah sarana untuk mengekspresikan, dalam model matematika hasil dan penyesuaian suatu masalah dengan cara terbaik. Hal ini dapat diartikan sebagai menjalankan bisnis untuk memaksimalkan keuntungan dan efisiensi serta meminimalkan kerugian, biaya atau resiko. Keinginan untuk memecahkan masalah dalam model optimalisasi secara umum dapat digunakan pada hampir semua bidang aplikasi.

Menurut Crama dan Schyns (2001), persoalan optimalisasi adalah suatu persoalan untuk membuat suatu nilai fungsi beberapa variabel menjadi maksimum atau minimum dengan memperhatikan pembatasan-pembatasan yang ada. Biasanya pembatasan-pembatasan tersebut meliputi tenaga kerja (*men*), uang (*money*), dan material yang merupakan *input* serta waktu dan ruang. Sedangkan menurut *National Institute of Standard and technology (NIST)*, masalah optimalisasi adalah masalah komputasi dimana tujuannya adalah menemukan yang terbaik dari semua solusi yang mungkin.

Secara garis besar, optimalisasi adalah tindakan untuk memberikan hasil yang paling baik, apakah itu hasil maksimal ataupun hasil minimum, untuk membuat sistem yang seefektif mungkin untuk menemukan yang terbaik dari semua solusi yang mungkin.

2.4 Kambing Peranakan Etawa (PE)

Menurut Redaksi Agromedia (2009), kambing peranakan etawa merupakan hasil persilangan antara kambing etawa (asal India) dengan kambing kacang. Kambing peranakan etawa dimanfaatkan sebagai penghasil daging dan susu (perah). Penampilan kambing peranakan etawa mirip dengan kambing etawa, tetapi peranakan tubuhnya lebih kecil. Peranakan yang penampilannya mirip kambing kacang disebut blingon atau jawarandu yang merupakan tipe pedaging.

Karakteristik kambing peranakan etawa, antara lain:

1. Bentuk muka cembung melengkung dan dagu berjanggut
2. Terdapat gelambir dibawah leher yang tumbuh dari sudut janggut
3. Telinga panjang, lembek, menggantung, dan ujungnya agak melipat
4. Ujung tanduk agak melengkung
5. Tubuh tinggi, pipih, bentuk garis punggung mengombak ke belakang
6. Bulu tumbuh panjang di bagian leher, pundak, punggung, dan paha
7. Bulu paha panjang dan tebal

2.5 Peternakan Kambing PE

Menurut Handoyo (2012), Kambing etawa atau di Indonesia dikenal dengan kambing PE memiliki tempat atau kelas tersendiri di kalangan peternak, khususnya di pulau Jawa. Perkembangan dan minat dari peternak dalam membudidayakan kambing PE meningkat pesat dari tahun ke tahun. Hal ini diikuti pula dengan peningkatan harga dan kualitas dari kambing PE itu sendiri. Secara sederhana, minat atau keinginan peternak atau calon peternak dalam upayanya mendirikan peternakan kambing PE merujuk pada:

1. Kambing PE memiliki postur tubuh yang sangat besar dan elegan dibanding kambing pada umumnya yang ada di Indonesia. Dengan demikian, masyarakat akan berpendapat bahwa apabila kambing PE dijadikan sebagai kambing pedaging, tentu lebih memuaskan karena jumlah dagingnya lebih banyak.
2. Kambing PE ternyata dapat dijadikan sebagai salah satu potensi kambing perahan. Susu hasil perahan kambing ini mempunyai nilai ekonomis yang jauh lebih tinggi dibandingkan susu perahan dari sapi. Harga per liter susu kambing PE tahun 2011 adalah Rp. 30.000, sedangkan harga susu sapi hanya Rp. 4000.
3. Feses atau kotoran dan urin kambing PE dapat dijadikan sebagai pupuk organik yang sangat baik untuk menyuburkan tanah dan tanaman. Terlebih jika kotoran dan urin difermentasikan terlebih dahulu untuk menghilangkan residu dan cendawan yang mungkin dapat menghambat pertumbuhan dan kesuburan tanaman tertentu.

2.6 Metode *Pearson Square*

Sebuah definisi persentase yang pasti dari protein, energi, kalsium, fosfor yang biasanya terdapat dalam ransum. *Pearson Square* menyediakan metode sederhana dan cepat yang memungkinkan pencampuran dari dua pakan (atau campuran pakan) dengan konsentrasi hara yang berbeda ke dalam campuran dengan konsentrasi yang diinginkan. Hal ini biasanya digunakan dalam kasus pakan pencampuran kaya energi dengan pakan kaya protein. Metode ini bekerja dengan tingkat yang disesuaikan dengan gizi yang dibutuhkan oleh ternak dan komposisi bahan yang akan dicampur. Metode ini memungkinkan substitusi cepat

bahan pakan sebagai respon terhadap fluktuasi pasar tanpa mengganggu isi dari nutrisi yang dipertimbangkan. Hal ini penting untuk peternak yang harus merespon dengan cepat terhadap perubahan harga bahan pakan. (Technical Bulletin No.16)

Pearson Square adalah cara yang sederhana, cepat untuk menghitung jumlah pakan yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak dan hewan lainnya. Sebagai contoh, ketika dua bahan pakan dicampur untuk bagian dari jatah campuran total atau sebagai suplemen untuk makan rumput, *Pearson Square* dapat digunakan untuk menentukan kuantitas setiap bahan pakan yang diperlukan untuk mencapai tingkat gizi tertentu dalam campuran. (National Research Council, 2001)

2.7 Kebutuhan Nutrisi Kambing

Kebutuhan nutrisi kambing berdasarkan bobot badan dan penambahan bobot badan (Ginting, 2009) dapat dilihat pada tabel 2.1 di bawah ini

2.8 Nutrisi Bahan Pakan Kambing

Nutrisi bahan pakan kambing dapat dilihat pada tabel 2.2 di bawah ini. (Ginting, 2009)

Tabel 2.1 Kebutuhan Nutrisi Kambing

Bobot (kg)	PBBH (g)	BK (g)	TDN (%)	Protein (%)	Ca (%)	P (%)
0-10	0-25	320	16	17	0,9	0,7
	25.01-50	360	21	22	1,2	0,9
	50.01-75	370	25	26	1,5	1,2
	75.01-100	350	3	31	1,9	1,5
10.01-20	0-25	440	22	17	1,2	0,9
	25.01-50	450	24	22	1,5	1,1
	50.01-75	500	31	26	1,9	1,4
	75.01-100	500	36	31	2,2	1,7
20.01-30	0-25	540	27	17	1,5	1,1
	25.01-50	580	32	22	1,8	1,3
	50.01-75	600	72	12,39	2,1	1,6
	75.01-100	1300	41	11	0,37	0,23
30.01-40	0-25	640	32	33	1,8	1,3
	25.01-50	680	37	38	2,1	1,5
	50.01-75	710	41	43	2,4	1,8
	75.01-100	730	46	42	2,7	2,1
40.01-50	0-25	740	37	38	2,1	1,5
	25.01-50	770	41	41	2,4	1,7
	50.01-75	800	46	40	2,7	2
	75.01-100	830	51	22	3,1	2,3
50.01-60	0-25	910	46	45	2,5	1,9
	25.01-50	950	5	43	2,8	2,1
	50.01-75	980	55	58	3,1	2,4
	75.01-100	1700	6	9,3	0,24	0,23
60.01-70	0-25	920	47	49	2,6	2,0
	25.01-50	960	6	53	2,8	2,2
	50.01-75	990	55	58	3,1	2,5
	75.01-100	1200	6	62	3,5	2,7
70.01-80	0-25	930	48	48	2,7	1,8
	25.01-50	950	5	53	2,8	2,1
	50.01-75	980	56	58	3,1	2,4
	75.01-100	1000	8	64	3,6	2,8
80.01-90	0-25	950	46	48	2,5	1,9
	25.01-50	950	7	54	2,9	2,2
	50.01-75	980	57	59	3,2	2,5
	75.01-100	1110	8	65	3,6	2,9
90.01-100	0-25	910	46	48	2,5	1,9
	25.01-50	950	8	53	2,8	2,4
	50.01-75	980	55	58	3,1	2,6
	75.01-100	1210	9	67	3,8	2,9

Tabel 2.2 Nutrisi Bahan Pakan Kambing

Bahan Pakan	BK (%)	PK (%)	SK (%)	TDN (%)	Ca (%)	P (%)
Rumput gajah	21	10	-	89	-	-
Rumput benggala	20	8,7	34,60	50	0,7	0,2
Rendeng segar	35	15,10	22,70	65	1,51	0,2
Daun singkong	23	17	-	81	-	-
Daun lamtoro	29	22,3	14,4	-	2,1	0,01
Daun gamal segar	25	24,3	18	65	0,6	0,2
Rumput lapangan	35	6,7	34,2	-	-	-
Daun kaliandra	39	24	-	-	1,6	0,2
Dedak padi	88,4	13,4	11	-	-	-
Jerami padi	86	4,4	-	52	-	-
Dedak jagung	86	13,8	5,00	74	0,2	1,2
Dedak gandum	86	15,00	15,70	70,00	0,15	1,23
Jagung kuning	86	10,30	1,4	80,00	0,02	0,33
Gaplek	86	1,70	1,6	69,00	0,10	0,04
Onggok	86	2,20	26,90	65,00	0,68	0,05
Cantel (sorghum)	86	11,20	2,8	80,00	0,19	0,20
Tepung jagung	86	6,6	3	87	0,2	0,2
Tepung ikan	90	44,8	-	75	-	-
Tetes	86	4,20	0	53,00	0,71	0,07
Bungkil kedelai	86	45,00	5,10	78	0,20	0,74
Pollard	91	16,5	10	70	0,14	0,32
Bungkil kacang	86	49,50	5,30	65	0,11	0,74
Bungkil kelapa	86	21,60	10,20	66	0,08	0,67
Bungkil kapok	86	31,70	24,00	74	0,47	0,97
Bungkil kapas	86	44,20	15,80	66	0,22	1,34
Bungkil kelapa sawit	86	20,40	9,00	80	0,31	0,85

2.9 Formulasi Bahan Pakan Metode *Pearson Square*

Syarat-syarat sebelum merumuskan menggunakan metode *Pearson Square*:

1. Harus terdapat daftar kebutuhan nutrisi
2. Faktor-faktor lain yang akan mempengaruhi hasil akhir pertambahan bobot

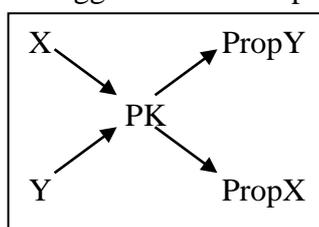
antara lain:

- a. Usia, jenis kelamin, ukuran tubuh, jenis produksi (pertumbuhan, laktasi, kehamilan,dll) dan tingkat produksi
 - b. Umumnya yang dihitung adalah protein, TDN, kalsium, dan fosfor yang dipertimbangkan dalam penyusunan ransum untuk kambing
3. Metode ini hanya efisien apabila tidak lebih dari dua bahan yang digunakan, namun memungkinkan untuk menggunakan metode ini lebih dari dua bahan pakan
 4. Persyaratan jumlah yang akan dihitung nutrisinya harus berada diantara konsentrasi nutrisi dalam pakan keduanya. Contoh, jika kebutuhan Protein 16% maka, salah satu pakan harus lebih besar dari 16% kandungan proteinnya dan Protein yang lain harus kurang dari 16%
 5. Selalu menggunakan angka positif
 6. Akan terdapat beberapa hasil dari metode ini yang tidak sesuai dengan kebutuhan nutrisi yang diinginkan, tetapi itu tidak masalah karena metode ini hanya menghitung kebutuhan pakan kambing saja tanpa memperhitungkan variabel lain seperti faktor-faktor yang telah disebutkan diatas.

2.9.1 Rumus *Pearson Square* Dua Bahan Pakan

Di bawah ini adalah langkah-langkah yang akan digunakan dalam rumus *Pearson Square* menggunakan dua bahan pakan untuk kambing peranakan etawa (PE). (Ginting, 2009)

1. Menggambar sebuah persegi metode *Pearson Square*



X : Bahan pakan pertama

Y : Bahan pakan kedua

PK : Protein yg diketahui dari berat badan kambing

PropY : Hasil pengurangan antara PK dengan bahan pakan pertama dan hasilnya harus selalu positif

PropX : Hasil pengurangan antara PK dengan bahan pakan kedua dan hasilnya harus selalu positif

$$2. \text{PropX} = | \text{PK} - \text{X} |$$

$$3. \text{PropY} = | \text{PK} - \text{Y} |$$

$$4. \text{Prop} = \text{PropX} + \text{propY}$$

$$5. \text{BasisX} = \frac{\text{PropY}}{\text{Prop}} \times 100\%$$

$$6. \text{BasisY} = \frac{\text{PropX}}{\text{Prop}} \times 100\%$$

7. Menghitung jumlah BK yang tersedia dari bahan pakan:

$$8. X_{BK} = \text{BasisX} \times \text{BK}$$

$$9. Y_{BK} = \text{BasisY} \times \text{BK}$$

$$10. N_{BK} = X_{BK} + Y_{BK}$$

N_{BK} : Jumlah BK yang tersedia dari bahan pakan X dan Y

11. Menghitung komposisi pakan yang harus diberikan:

$$12. X_{ransum} = \frac{100}{N_{BKX}} \times X_{BK}$$

X_{ransum} : Jumlah bahan pakan X yang harus diberikan pada kambing

$$13. Y_{ransum} = \frac{100}{N_{BKY}} \times Y_{BK}$$

Y_{ransum} : Jumlah bahan pakan Y yang harus diberikan pada kambing

14. Pengecekan jumlah kandungan nutrisi Protein:

$$15. X_{PK} = PK_X \times X_{BK}$$

$$16. Y_{PK} = PK_Y \times Y_{BK}$$

$$17. N_{PK} = \frac{X_{PK} + Y_{PK}}{BK} \times 100$$

N_{PK} : Jumlah protein yang disumbangkan oleh bahan X dan Y

18. Pengecekan jumlah kandungan nutrisi Ca (Calcium):

$$19. X_{Ca} = Ca_X \times X_{BK}$$

$$20. Y_{Ca} = Ca_Y \times Y_{BK}$$

$$21. N_{Ca} = \frac{X_{Ca} + Y_{Ca}}{BK} \times 100$$

N_{Ca} : Jumlah kalsium yang disumbangkan oleh bahan X dan Y

22. Pengecekan jumlah kandungan nutrisi P (Fosfor):

$$23. X_P = P_X \times X_{BK}$$

$$24. Y_P = P_Y \times Y_{BK}$$

$$25. N_P = \frac{X_P + Y_P}{BK} \times 100$$

N_P : Jumlah fosfor yang disumbangkan oleh bahan X dan Y

Keterangan :

- a. BB : Berat Badan
- b. BK : Bahan Kering
- c. TDN : Total Digestible Nutrient
- d. Prop : Hasil penambahan antara PropX dengan PropY
- e. BasisX : Pembagian antara PropX dengan Prop dikalikan 100%
- f. BasisY : Pembagian antara PropY dengan Prop dikalikan 100%
- g. X_{BK} : Jumlah BK yang tersedia dari bahan X
- h. Y_{BK} : Jumlah BK yang tersedia dari bahan Y

- i. X_{ransum} : Jumlah bahan pakan X yang harus diberikan pada kambing
- j. Y_{ransum} : Jumlah bahan pakan Y yang harus diberikan pada kambing
- k. X_{PK} : Jumlah protein yang disumbangkan oleh bahan X
- l. Y_{PK} : Jumlah protein yang disumbangkan oleh bahan Y
- m. X_{Ca} : Jumlah calcium yang disumbangkan oleh bahan X
- n. Y_{Ca} : Jumlah calcium yang disumbangkan oleh bahan Y
- o. X_{P} : Jumlah fosfor yang disumbangkan oleh bahan X
- p. Y_{P} : Jumlah fosfor yang disumbangkan oleh bahan Y

2.9.2 Implementasi Rumus Pearson Square Dua Bahan Pakan

Menyusun bahan pakan untuk kambing penggemukan dengan berat badan 30 Kg dan PBBH 100 gram per hari. Bahan pakan yang tersedia adalah rumput benggala dan daun kaliandra. (Ginting, 2009)

Cara mengerjakan:

Menentukan kebutuhan ternak dengan data sebagai berikut:

- a. Jenis ternak: kambing
- b. Berat badan: 30 Kg
- c. Kebutuhan nutrisi (pada Tabel 2.1 dan 2.2)

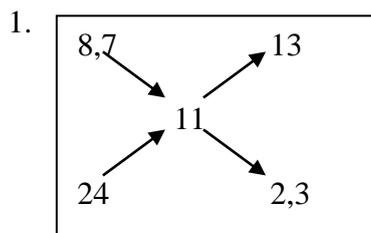
Tabel 2.3 Kebutuhan Nutrisi Kambing Dua Bahan Pakan (Ginting, 2009)

BB (Kg)	PBBH	BK (gram)	Protein (%)	Ca (%)	P (%)
20.01-30	75.01-100	1300	11	0,37	0,23

d. Kandungan nutrisi bahan pakan yang tersedia (pada Tabel 2.4)

Tabel 2.4 Kandungan Nutrisi Dua Bahan Pakan (Ginting, 2009)

Bahan Pakan	BK (%)	Protein (%)	Ca (%)	P (%)
Rumput Benggala	20	8,7	0,7	0,2
Daun Kaliandra	39	24	1,6	0,2



2. $\text{PropX} = |11 - 8,7| = 2,3$

3. $\text{PropY} = |11 - 24| = 13$

4. **Prop** = **13** + **2,3** = **15,3**

5. $\text{BasisX} = \frac{13}{15,3} \times 100\% = 0,849673203 \%$

6. $\text{BasisY} = \frac{2,3}{15,3} \times 100\% = 0,150326797 \%$

7. Jumlah BK yang tersedia dari bahan:

8. $X_{BK} = 0,849673203 \times 1300 = 1104,575163 \text{ gram}$

9. $Y_{BK} = 0,150326797 \times 1300 = 195,4248366 \text{ gram}$

10. $N_{BK} = 1104,575163 + 195,4248366 = 1300 \text{ gram}$

11. Komposisi pakan yang harus diberikan:

12. $X_{\text{ransum}} = \frac{100}{20} \times 1104,575163 = 5522,875817 \text{ gram atau } 5,5 \text{ Kg}$

13. $Y_{\text{ransum}} = \frac{100}{39} \times 195,4248366 = 501,0893246 \text{ gram atau } 0,501 \text{ Kg}$

14. Pengecekan kandungan nutrisi Protein:

15. $X_{PK} = 8,7\% \times 1104,575163 = 96,09803922 \text{ gram}$

16. $Y_{PK} = 24\% \times 195,4248366 = 46,90196078 \text{ gram}$

17. $N_{PK} = \frac{96,09803922+46,90196078}{1300} \times 100 = 11\%$
18. Pengecekan kandungan nutrisi Ca (Calcium):
19. $X_{Ca} = 0,7\% \times 1104.575163 = 7,732026144$ gram
20. $Y_{Ca} = 1,6\% \times 195,4248366 = 3,126797386$ gram
21. $N_{Ca} = \frac{7,732026144+3,126797386}{1300} \times 100 = 0,835294118 \%$
22. Pengecekan kandungan nutrisi P (Fosfor):
23. $X_P = 0,2\% \times 1104.575163 = 2.209150327$ gram
24. $Y_P = 0,2\% \times 195,4248366 = 0.390849673$ gram
25. $N_P = \frac{2.209150327+0.390849673}{1300} \times 100 = 0,2 \%$

Sehingga kandungan nutrisi ransum yang disusun adalah

Tabel 2.5 Komposisi Bahan dan Kandungan Nutrisi Ransum yang Telah Disusun

Bahan Pakan	Jumlah	BK	Protein	Ca	P
Rumput benggala	5522,4	20	8,7	0,7	0,2
Daun kaliandra	500,99	39	24	1,6	0,2
Kandungan nutrisi ransum	6023,39	1300	10,99	0,83	0,2
Kebutuhan		1300	11	0,37	0,23

Komposisi bahan dan kandungan nutrisi ransum yang telah disusun diatas sudah optimal, karena minimal jumlah BK dan proteinnya sesuai.

2.9.3 Rumus *Pearson Square* Tiga Bahan Pakan

Di bawah ini adalah langkah-langkah yang akan digunakan dalam rumus *Pearson Square* menggunakan tiga bahan pakan untuk kambing Peranakan Etawa (PE). (Ginting, 2009)

$$1. \quad As_Y = As \times BK$$

As_Y : Asumsi dari bahan kedua (Y) yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan BK dari keseluruhan pakan.

As: Asumsi yang ditentukan oleh peternak.

BK: Kandungan Bahan Kering yang berasal dari kebutuhan nutrisi kambing

$$2. \quad KP = PK_Y \times As_Y$$

KP: Kandungan Protein

$$3. \quad -BK = BK - As_Y$$

-BK: Kekurangan Kandungan BK

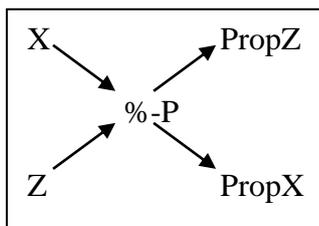
$$4. \quad -P = \left(\frac{P}{100} \times BK \right) - KP$$

-P: Kekurangan Kandungan Protein

$$5. \quad \% - P = \frac{-P}{-BK} \times 100$$

% - P: Kekurangan Kandungan Protein dalam persen

6. Menggambar sebuah persegi metode *Pearson Square*



X: Bahan Pakan Pertama

Z: Bahan Pakan Ketiga

% - P: Kekurangan Kandungan Protein dalam persen

PropZ: Hasil pengurangan antara %-P dengan bahan pakan Z dan hasilnya harus selalu positif

PropX: Hasil pengurangan antara %-P dengan bahan pakan X dan hasilnya harus selalu positif

$$7. \text{ PropZ} = |Z - \%P|$$

$$8. \text{ PropX} = |X - \%P|$$

$$9. \text{ Prop} = \text{PropX} + \text{propZ}$$

$$10. \text{ BasisZ} = \frac{\text{PropZ}}{\text{Prop}} \times 100\%$$

$$11. \text{ BasisX} = \frac{\text{PropX}}{\text{Prop}} \times 100\%$$

12. Jumlah BK yang tersedia dari bahan:

$$13. X_{BK} = \text{BasisX} \times -BK$$

$$14. Z_{BK} = \text{BasisZ} \times -BK$$

$$15. N_{BK} = X_{BK} + Z_{BK}$$

N_{BK} : Jumlah BK yang tersedia dari bahan X dan Z

16. Komposisi pakan yang harus diberikan:

$$17. Y_{ransum} = \frac{100}{BK_Y} \times AS_Y$$

$$18. X_{ransum} = \frac{100}{BK_X} \times X_{BK}$$

$$19. Z_{ransum} = \frac{100}{BK_Z} \times Z_{BK}$$

$$20. N_{ransum} = Y_{ransum} + X_{ransum} + Z_{ransum}$$

N_{ransum} : Jumlah bahan pakan yang harus diberikan

21. Pengecekan kandungan nutrisi Protein:

$$22. Y_{PK} = PK_Y \times AS_Y$$

$$23. X_{PK} = PK_X \times X_{BK}$$

$$24. Z_{PK} = PK_Z \times Z_{BK}$$

$$25. N_{PK} = \frac{Y_{PK} + X_{PK} + Z_{PK}}{BK} \times 100$$

N_{PK} : Jumlah kandungan nutrisi protein dari masing-masing bahan

26. Pengecekan kandungan nutrisi Serat Kasar (SK):

$$27. Y_{SK} = SK_Y \times A_{S_Y}$$

$$28. Z_{SK} = SK_Z \times Z_{SK}$$

$$29. X_{SK} = SK_X \times X_{SK}$$

$$30. N_{SK} = \frac{Y_{SK} + Z_{SK} + X_{SK}}{BK} \times 100$$

N_{SK} : Jumlah kandungan nutrisi serat kasar

Keterangan :

- a. Y : Bahan Pakan Kedua
- b. Prop : Hasil penambahan antara PropX dengan PropZ
- c. BasisX : Pembagian antara PropX dengan Prop dikalikan 100%
- d. BasisZ : Pembagian antara PropZ dengan Prop dikalikan 100%
- e. X_{BK} : Jumlah BK yang tersedia dari bahan X
- f. Y_{BK} : Jumlah BK yang tersedia dari bahan Y
- g. X_{ransum} : Jumlah bahan pakan X yang harus diberikan pada kambing
- h. Y_{ransum} : Jumlah bahan pakan Y yang harus diberikan pada kambing
- i. Z_{ransum} : Jumlah bahan pakan Z yang harus diberikan pada kambing
- j. X_{PK} : Jumlah protein yang disumbangkan oleh bahan X
- k. Y_{PK} : Jumlah protein yang disumbangkan oleh bahan Y
- l. Z_{PK} : Jumlah protein yang disumbangkan oleh bahan Z
- m. X_{SK} : Jumlah serat kasar yang disumbangkan oleh bahan X
- n. Y_{SK} : Jumlah serat kasar yang disumbangkan oleh bahan Y

- o. Z_{SK} : Jumlah serat kasar yang disumbangkan oleh bahan Z

2.9.4 Implementasi Rumus *Pearson Square* Tiga Bahan Pakan

Menyusun bahan pakan untuk kambing dengan bobot badan 50 Kg dan PBBH 76 gram/hari. Bahan pakan yang tersedia adalah rumput lapangan, dedak padi dan daun lamtoro. (Ginting, 2009)

Cara mengerjakan:

Menentukan kebutuhan ternak berdasarkan Tabel 2.1 sebagai berikut:

- a. Jenis ternak : kambing
- b. Bobot badan : 50 Kg

Tabel 2.6 Kebutuhan Nutrisi Kambing Tiga Bahan Pakan. (Ginting, 2009)

BB (Kg)	PBBH (g)	BK (gram)	Protein (%)	Ca (%)	P (%)
50.01-60	75.01-100	1700	9,3	0,24	0,23

Kandungan nutrisi bahan pakan yang tersedia (lihat tabel kandungan nutrisi bahan pakan)

Tabel 2.7 Kandungan Nutrisi Tiga Bahan Pakan. (Ginting, 2009)

Bahan Pakan	BK (%)	Protein (%)	Ca (%)	P (%)	SK (%)
Rumput Lapangan	35	6,7	-	-	34,2
Dedak Padi	88,4	13,4	-	-	11
Daun Lamtoro	29	22,3	2,1	0,01	14,4

Membuat asumsi dedak padi yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan BK 10% dari keseluruhan ransum, sehingga BK dedak padi adalah:

1. $As_y = 10/100 \times 1700 = 170$ gram BK
2. Kandungan protein yang terpenuhi dari dedak:

$$3. \quad KP = 13,4/100 \times 170 = 22,78 \text{ gram protein}$$

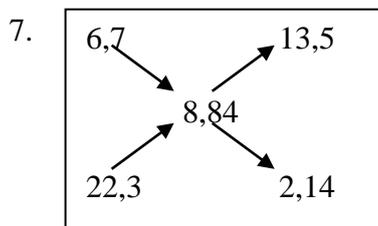
Sehingga untuk menyusun ransum dengan kebutuhan BK 1700 gram dan protein 9.3% masih kekurangan:

$$4. \quad -BK = 1700 - 170 = 1530 \text{ gram}$$

$$5. \quad -P = \left(\frac{9,3}{100} \times 1700 \right) - 22,78 = 158,1 - 22,78 = 135,32 \text{ gram}$$

$$6. \quad \%P = \frac{135,32}{1530} \times 100 = 8,84 \%$$

Kekurangan tersebut harus dipenuhi dari hijauan (rumput lapangan dan daun lamtoro) dengan perhitungan sebagai berikut:



$$8. \quad \text{PropX} = |6,7 - 8,84| = 2,14$$

$$9. \quad \text{PropZ} = |22,3 - 8,84| = 13,5$$

$$10. \quad \text{Prop} = 2,14 + 13,5 = 15,64$$

$$11. \quad \text{BasisX} = \frac{2,14}{15,64} \times 100\% = 13,7 \%$$

$$12. \quad \text{BasisZ} = \frac{13,5}{15,64} \times 100\% = 86,5\%$$

13. Menghitung jumlah BK yang tersedia dari bahan:

$$14. \quad X_{BK} = 86,5\% \times 1530 = 1323,95 \text{ gram}$$

$$15. \quad Z_{BK} = 13,7\% \times 1530 = 209,6 \text{ gram}$$

$$16. \quad N_{BK} = 209,6 + 1323,95 = 1533,55 \text{ gram}$$

17. Menghitung komposisi pakan yang harus diberikan:

$$18. Y_{\text{ransum}} = \frac{100}{88,4} \times 170 = 192,3 \text{ gram}$$

$$19. X_{\text{ransum}} = \frac{100}{35} \times 1323,95 = 3782,71 \text{ gram}$$

$$20. Z_{\text{ransum}} = \frac{100}{29} \times 209,6 = 722,75 \text{ gram}$$

21. Pengecekan kandungan nutrisi Protein:

$$22. Y_{\text{PK}} = 13,4\% \times 170 = 22,78 \text{ gram}$$

$$23. X_{\text{PK}} = 6,7 \times 1323,95 = 88,7 \text{ gram}$$

$$24. Z_{\text{PK}} = 22,3 \times 209,61 = 46,74 \text{ gram}$$

$$25. N_{\text{PK}} = \frac{22,78+88,7+46,74}{1700} \times 100 = 9,3\%$$

26. Pengecekan kandungan nutrisi Serat Kasar (SK):

$$27. Y_{\text{SK}} = 11\% \times 170 = 18,7 \text{ gram}$$

$$28. Z_{\text{SK}} = 34,2\% \times 1323,95 = 452,79 \text{ gram}$$

$$29. X_{\text{SK}} = 14,4\% \times 209,61 = 30,18 \text{ gram}$$

$$30. N_{\text{SK}} = \frac{18,7+452,79+30,18}{1700} \times 100 = 29,5 \%$$

Pengecekan kandungan nutrisi Kalsium (Ca) dan Fosfor (P) tidak bisa dilakukan karena kandungan nutrisi tersebut tidak terdapat di tabel, sehingga cukup hanya dengan kandungan nutrisi yg ditemukan saja.

Kandungan nutrisi ransum yang disusun adalah:

Tabel 2.8 Komposisi Bahan dan Kandungan Nutrisi Ransum yang Telah Disusun

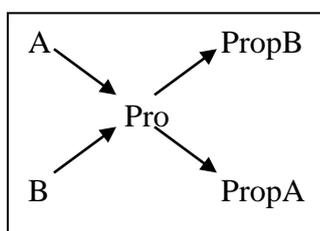
Bahan Pakan	Jumlah	BK	Protein	Ca	P
Dedak	192,3				
Rumput Lapangan	3781,28				
Daun Lamtoro	722,75				
Kandungan nutrisi ransum		1700	9,3		
Kebutuhan		1700	9,3		

Komposisi bahan dan kandungan nutrisi ransum yang telah disusun diatas sudah optimal, karena minimal jumlah BK dan proteinnya sesuai.

2.9.5 Rumus *Pearson Square Empat Bahan Pakan*

Dibawah ini adalah langkah-langkah yang akan digunakan dalam rumus *Pearson Square* menggunakan empat bahan pakan untuk kambing peranakan etawa (PE). (Ginting, 2009)

1. Menggambar sebuah persegi *Pearson Square* untuk pencampuran bahan pakan pertama



A: Bahan Pertama

B: Bahan Kedua

Pro: Protein

PropB: Hasil pengurangan antara Pro dengan bahan pakan kedua (B) dan hasilnya harus selalu positif

PropA: Hasil pengurangan antara Pro dengan bahan pakan pertama (A) dan hasilnya harus selalu positif

2. $\text{Prop} = \text{PropB} + \text{propA}$
3. $\text{PropB} = |B - \text{Pro}|$
4. $\text{PropA} = |A - \text{Pro}|$
5. $\text{BasisB} = \frac{\text{PropB}}{\text{Prop}} \times 100\%$
6. $\text{BasisA} = \frac{\text{PropA}}{\text{Prop}} \times 100\%$

7. Menghitung kandungan TDN yang terdapat dalam campuran I:

$$8. \text{TDN}_{\text{BC1}} = \text{BasisB} \times \text{TDN}_{\text{diketahuiBahan1}}$$

$$9. \text{TDN}_{\text{AC1}} = \text{BasisA} \times \text{TDN}_{\text{diketahuiBahan2}}$$

$$10. \text{TDN}_{\text{camp1}} = \text{TDN}_{\text{AC1}} + \text{TDN}_{\text{BC1}}$$

$\text{TDN}_{\text{camp1}}$: Jumlah kandungan TDN yang terdapat pada campuran I

11. Menghitung kandungan Protein yang terdapat dalam campuran I:

$$12. \text{Pro}_{\text{BC1}} = \text{BasisB} \times \text{Pro}_{\text{diketahuiBahan1}}$$

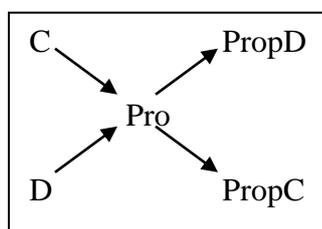
$$13. \text{Pro}_{\text{BC1}} = \text{BasisA} \times \text{Pro}_{\text{diketahuiBahan2}}$$

$$14. \text{Pro}_{\text{camp1}} = \text{Pro}_{\text{AC1}} + \text{Pro}_{\text{BC1}}$$

$\text{Pro}_{\text{camp1}}$: Jumlah kandungan protein yang terdapat dalam campuran I

15. Menghitung campuran II antara C dan D:

16. Menggambar persegi *Pearson Square* untuk pencampuran bahan pakan II



C: Bahan Ketiga

D: Bahan Keempat

Pro: Protein

PropD: Hasil pengurangan antara Pro dengan bahan pakan keempat (D) dan hasilnya harus selalu positif

PropC: Hasil pengurangan antara Pro dengan bahan pakan ketiga (C) dan hasilnya harus selalu positif

$$17. \text{Prop} = \text{PropD} + \text{propC}$$

$$18. \text{ PropD} = |D - \text{Pro}|$$

$$19. \text{ PropC} = |C - \text{Pro}|$$

$$20. \text{ BasisD} = \frac{\text{PropD}}{\text{Prop}} \times 100\%$$

$$21. \text{ BasisC} = \frac{\text{PropC}}{\text{Prop}} \times 100\%$$

22. Menghitung jumlah kandungan TDN yang terdapat dalam campuran II:

$$23. \text{ TDN}_{\text{DC2}} = \text{BasisD} \times \text{TDN}_{\text{diketahuiBahan3}}$$

$$24. \text{ TDN}_{\text{CC2}} = \text{BasisC} \times \text{TDN}_{\text{diketahuiBahan4}}$$

$$25. \text{ TDN}_{\text{camp2}} = \text{TDN}_{\text{DC2}} + \text{TDN}_{\text{CC2}}$$

$\text{TDN}_{\text{camp2}}$: Jumlah kandungan TDN yang terdapat dalam campuran II

26. Menghitung jumlah kandungan Protein yang terdapat dalam campuran II:

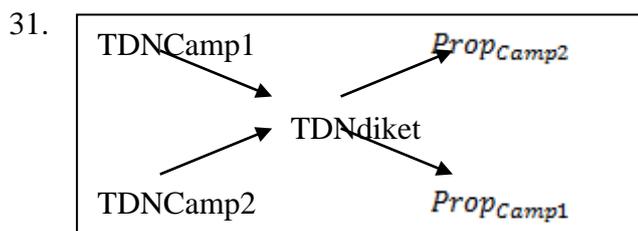
$$27. \text{ Pro}_{\text{DC2}} = \text{BasisD} \times \text{Pro}_{\text{diketahuiBahan3}}$$

$$28. \text{ Pro}_{\text{CC2}} = \text{BasisC} \times \text{Pro}_{\text{diketahuiBahan4}}$$

$$29. \text{ Pro}_{\text{camp2}} = \text{Pro}_{\text{DC2}} + \text{Pro}_{\text{CC2}}$$

$\text{Pro}_{\text{camp2}}$: Jumlah kandungan Protein yang terdapat dalam campuran II

30. Menggabungkan campuran I dan campuran II berdasarkan kebutuhan TDN:



TDNdiket : Jumlah TDN yang terdapat dalam tabel kebutuhan nutrisi kambing

PropCamp2 : Hasil pengurangan antara Pro dengan TDNCamp2 dan hasilnya

harus selalu positif

PropCamp1: Hasil pengurangan antara Pro dengan TDNCamp1 dan hasilnya harus selalu positif

$$32. \text{Prop} = \text{Prop}_{\text{Camp1}} + \text{Prop}_{\text{Camp2}}$$

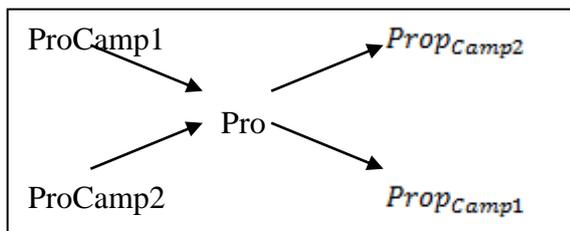
$$33. \text{Prop}_{\text{Camp2}} = |\text{TDNCamp2} - \text{TDN}_{\text{diket}}|$$

$$34. \text{Prop}_{\text{Camp1}} = |\text{TDNCamp1} - \text{TDN}_{\text{diket}}|$$

$$35. \text{Basis}_{\text{Camp1}} = \frac{\text{Prop}_{\text{Camp1}}}{\text{Prop}} \times 100\%$$

$$36. \text{Basis}_{\text{Camp2}} = \frac{\text{Prop}_{\text{Camp2}}}{\text{Prop}} \times 100\%$$

37. Menggabungkan campuran I dan campuran II berdasarkan kebutuhan Protein:



Pro: Jumlah Protein yang terdapat dalam tabel kebutuhan nutrisi kambing

$$38. \text{Prop} = \text{Prop}_{\text{Camp1}} + \text{Prop}_{\text{Camp2}}$$

$$39. \text{Prop}_{\text{Camp2}} = |\text{ProCamp2} - \text{Pro}_{\text{diket}}|$$

$$40. \text{Prop}_{\text{Camp1}} = |\text{ProCamp1} - \text{Pro}_{\text{diket}}|$$

$$41. \text{Basis}_{\text{Camp1}} = \frac{\text{Prop}_{\text{Camp1}}}{\text{Prop}} \times 100\%$$

$$42. \text{Basis}_{\text{Camp2}} = \frac{\text{Prop}_{\text{Camp2}}}{\text{Prop}} \times 100\%$$

43. Maka prosentase masing-masing bahan dalam ransum:

$$44. \text{Pros}_A = \text{Basis}_{\text{Camp2}} \times \text{Basis}_B$$

$$45. \text{Pros}_B = \text{Basis}_{\text{Camp1}} \times \text{Basis}_A$$

$$46. \text{Pros}_C = \text{Basis}_{\text{Camp1}} \times \text{Basis}_D$$

$$47. \text{Pros}_D = \text{Basis}_{\text{Camp1}} \times \text{Basis}_C$$

48. Sehingga kandungan BK setiap bahan pakan:

$$49. \text{BK}_A = \text{Pros}_A \times \text{BK}_{\text{Diket}}$$

$$50. \text{BK}_B = \text{Pros}_B \times \text{BK}_{\text{Diket}}$$

$$51. \text{BK}_C = \text{Pros}_C \times \text{BK}_{\text{Diket}}$$

$$52. \text{BK}_D = \text{Pros}_D \times \text{BK}_{\text{Diket}}$$

$$53. N_{\text{BK}} = \text{BK}_A + \text{BK}_B + \text{BK}_C + \text{BK}_D$$

N_{BK} : Jumlah total kandungan BK dari setiap bahan pakan

54. Kebutuhan dalam bahan segar:

$$55. \text{BS}_A = \frac{100}{\text{BK}_{\text{Diket}}} \times \text{BK}_A$$

$$56. \text{BS}_B = \frac{100}{\text{BK}_{\text{Diket}}} \times \text{BK}_B$$

$$57. \text{BS}_C = \frac{100}{\text{BK}_{\text{Diket}}} \times \text{BK}_C$$

$$58. \text{BS}_D = \frac{100}{\text{BK}_{\text{Diket}}} \times \text{BK}_D$$

59. Pengecekan Kandungan TDN:

$$60. A_{\text{TDN}} = \text{TDN}_A \times \text{BK}_A$$

$$61. B_{\text{TDN}} = \text{TDN}_B \times \text{BK}_B$$

$$62. C_{\text{TDN}} = \text{TDN}_C \times \text{BK}_C$$

$$63. D_{\text{TDN}} = \text{TDN}_D \times \text{BK}_D$$

$$64. N_{\text{TDN}} = \frac{A_{\text{TDN}} + B_{\text{TDN}} + C_{\text{TDN}} + D_{\text{TDN}}}{\text{BK}} \times 100\%$$

N_{TDN} : Jumlah total kandungan TDN dari setiap bahan pakan

65. Pengecekan Kandungan Protein:

$$66. A_{\text{Pro}} = \text{Pro}_A \times \text{BK}_A$$

$$67. B_{Pro} = Pro_B \times BK_B$$

$$68. C_{Pro} = Pro_C \times BK_C$$

$$69. D_{Pro} = Pro_D \times BK_D$$

$$70. N_{Pro} = \frac{A_{Pro} + B_{Pro} + C_{Pro} + D_{Pro}}{BK} \times 100\%$$

N_{Pro} : Jumlah total kandungan Protein dari setiap bahan pakan

Keterangan :

- a. Prop : Hasil penambahan antara PropA dengan PropB
- b. BasisB : Pembagian antara PropB dengan Prop dikalikan 100%
- c. BasisA : Pembagian antara PropA dengan Prop dikalikan 100%
- d. TDN_{AC1} : Jumlah Kandungan TDN yang terdapat pada bahan A dalam campuran I
- e. TDN_{BC1} : Jumlah Kandungan TDN yang terdapat pada bahan B dalam campuran I
- f. BasisD : Pembagian antara PropD dengan Prop dikalikan 100%
- g. BasisC : Pembagian antara PropC dengan Prop dikalikan 100%
- h. TDN_{DC2} : Jumlah Kandungan TDN yang terdapat pada bahan D dalam campuran II
- i. TDN_{CC2} : Jumlah Kandungan TDN yang terdapat pada bahan C dalam campuran II
- j. $Basis_{Camp1}$: Pembagian antara PropCamp1 dengan Prop dikalikan 100%
- k. $Basis_{Camp2}$: Pembagian antara PropCamp2 dengan Prop dikalikan 100%

2.9.6 Implementasi Rumus *Pearson Square* Empat Bahan Pakan

Menyusun bahan pakan untuk kambing dengan bobot badan 20 Kg. Bahan pakan yang tersedia adalah rumput gajah, daun singkong, jerami padi, dan tepung ikan.

Cara mengerjakan:

Menentukan kebutuhan ternak berdasarkan Tabel Kebutuhan Nutrisi Kambing (2.1) sebagai berikut:

Jenis ternak : kambing

Bobot badan : 50 Kg

Tabel 2.9 Kebutuhan Nutrisi Kambing Empat Bahan Pakan. (Ginting, 2009)

BB (Kg)	PBBH (g)	BK (gram)	Protein (%)	TDN (%)	Ca (%)	P (%)
20.01-30	50.01-75	600	12,39	72	-	-

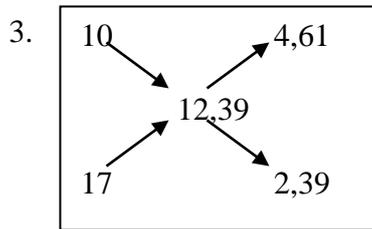
Tabel 2.10 Kandungan Nutrisi Empat Bahan Pakan. (Ginting, 2009)

Bahan Pakan	BK (%)	Protein (%)	TDN (%)	Ca (%)	P (%)
Rumput Gajah	21	10	89	-	-
Daun Singkong	23	17	81	-	-
Jerami Padi	86	4,4	52	-	-
Tepung Ikan	90	44,8	75	-	-

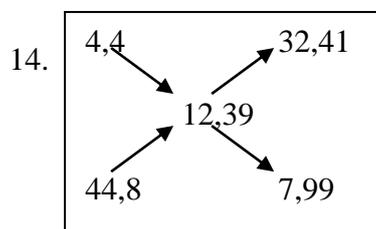
Kekurangan tersebut harus dipenuhi dari hijauan (rumput gajah dan daun singkong) dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Golongan bahan dalam kriteria TDN yang berdekatan digabungkan, yaitu golongan pertama rumput gajah dan daun singkong dan golongan kedua adalah jerami padi dan tepung ikan.

2. Menghitung dengan metode pearson square antara Rumput Gajah dengan Daun Singkong (campuran I)



4. $\text{Prop} = 4,61 + 2,39 = 7 \%$
5. $\text{PropB} = |17 - 12,39| = 4,61$
6. $\text{PropA} = |10 - 12,39| = 2,39$
7. $\text{BasisB} = \frac{4,61}{7} \times 100\% = 65,85 \%$
8. $\text{BasisA} = \frac{2,39}{7} \times 100\% = 34,14 \%$
9. Kandungan TDN yang terdapat dalam campuran I:
10. $\text{TDN}_{\text{BC1}} = 65,85 \times 89 = 58,61 \%$
11. $\text{TDN}_{\text{AC1}} = 34,14 \times 89 = 27,66 \%$
12. $\text{TDN}_{\text{camp1}} = 58,61 + 27,66 = 86,27 \%$
13. Menghitung campuran II antara Jerami Padi dan Tepung Ikan:



15. $\text{Prop} = 32,41 + 7,99 = 40,4 \%$
16. $\text{PropD} = |44,8 - 12,39| = 32,41$
17. $\text{PropC} = |4,4 - 12,39| = 7,99$

$$18. \text{BasisD} = \frac{32,41}{40,4} \times 100\% = 80,22 \%$$

$$19. \text{BasisC} = \frac{7,99}{40,4} \times 100\% = 19,77 \%$$

20. Kandungan TDN yang terdapat dalam campuran II:

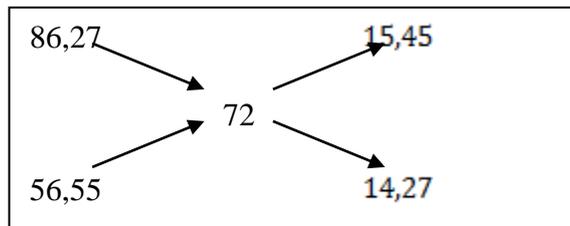
$$21. \text{TDN}_{\text{DC2}} = 80,22 \times 52 = 41,72 \%$$

$$22. \text{TDN}_{\text{CC2}} = 19,77 \times 75 = 14,83 \%$$

$$23. \text{TDN}_{\text{camp2}} = 41,72 + 14,83 = 56,55 \%$$

24. Menggabungkan campuran I dan campuran II berdasarkan kebutuhan TDN

yaitu 72%:



$$25. \text{Prop} = 15,45 + 14,27 = 29,72 \%$$

$$26. \text{Prop}_{\text{camp2}} = |86,27 - 72| = 15,45$$

$$27. \text{Prop}_{\text{camp1}} = |56,55 - 72| = 14,27$$

$$28. \text{Basis}_{\text{camp2}} = \frac{15,45}{29,72} \times 100\% = 52,29 \%$$

$$29. \text{Basis}_{\text{camp1}} = \frac{14,27}{29,72} \times 100\% = 47,71 \%$$

30. Maka prosentase masing-masing bahan dalam ransum:

$$31. \text{Pros}_A = 52,29 \times 65,85 = 34,44 \%$$

$$32. \text{Pros}_B = 52,29 \times 34,14 = 17,85 \%$$

$$33. \text{Pros}_C = 47,71 \times 80,22 = 38,27 \%$$

$$34. \text{Pros}_D = 47,71 \times 19,77 = 9,43 \%$$

35. Sehingga kandungan BK setiap bahan pakan:

$$36. BK_A = 34,44\% \times 600 = 206,64 \text{ gram}$$

$$37. BK_B = 17,85 \times 600 = 107,1 \text{ gram}$$

$$38. BK_C = 38,27 \times 600 = 229,62 \text{ gram}$$

$$39. BK_D = 9,43 \times 600 = 56,58 \text{ gram}$$

40. Kebutuhan dalam bahan segar atau yang diberikan kepada kambing:

$$41. BS_A = \frac{100}{21} \times 206,64 = 984 \text{ gram}$$

$$42. BS_B = \frac{100}{23} \times 107,1 = 465,65 \text{ gram}$$

$$43. BS_C = \frac{100}{86} \times 229,62 = 267 \text{ gram}$$

$$44. BS_D = \frac{100}{90} \times 56,58 = 62,87 \text{ gram}$$

45. Pengecekan kandungan TDN:

$$46. A_{TDN} = 89\% \times 206,64 = 183,90 \%$$

$$47. B_{TDN} = 81\% \times 107,1 = 86,75 \%$$

$$48. C_{TDN} = 52\% \times 229,62 = 119,40 \%$$

$$49. D_{TDN} = 75\% \times 56,58 = 42,43 \%$$

$$50. N_{TDN} = \frac{183,90+86,75+119,40+42,43}{600} \times 100\% = 72 \%$$

51. Pengecekan kandungan Protein:

$$52. A_{Pro} = 10\% \times 206,64 = 20,66 \%$$

$$53. B_{Pro} = 17\% \times 107,1 = 18,20 \%$$

$$54. C_{Pro} = 4,4\% \times 229,62 = 10,10 \%$$

$$55. D_{Pro} = 44,8\% \times 56,58 = 25,34 \%$$

$$56. N_{Pro} = \frac{20,66+18,20+10,10+25,34}{600} \times 100\% = 12,39 \%$$

Tabel 2.11 Komposisi Bahan dan Kandungan Nutrisi Ransum yang Telah Disusun

Bahan Pakan	Jumlah	BK	Protein	TDN	Ca	P
Rumput Gajah	984	-	-	-	-	-
Daun Singkong	465,65	-	-	-	-	-
Jerami Padi	267	-	-	-	-	-
Tepung Ikan	62,87	-	-	-	-	-
Kandungan nutrisi ransum	-	600	12,39	72	-	-
Kebutuhan	-	600	12,39	72	-	-

Komposisi bahan dan kandungan nutrisi ransum yang telah disusun diatas sudah optimal, karena minimal jumlah BK, protein serta TDNnya sesuai.

2.10 Analisis Sistem

Menurut Jogiyanto (2010), analisis sistem (*system analysis*) dapat didefinisikan sebagai penguraian dari suatu sistem informasi yang utuh ke dalam bagian-bagian komponennya dengan maksud untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan, kesempatan-kesempatan, hambatan-hambatan yang terjadi dan kebutuhan-kebutuhan yang diharapkan sehingga dapat diusulkan perbaikan-perbaikannya. Tahap analisis sistem dilakukan setelah tahap perencanaan sistem (*system planning*) dan sebelum tahap desain sistem (*system design*).

2.11 Data Flow Diagram (DFD)

Menurut Jogiyanto (2010), diagram arus data merupakan diagram yang menggunakan notasi-notasi untuk menggambarkan arus dari data sistem. Beberapa simbol yang digunakan dalam penggambaran DFD (*Data Flow Diagram*) mewakili:

a. Kesatuan Luar (*External Entity*)

Merupakan kesatuan di luar lingkungan sistem yang dapat berupa orang, organisasi dan sebagainya yang akan memberikan masukan (*input*) atau menerima keluaran (*output*) dari sistem.

b. Arus Data (*Data Flow*)

Menunjukkan arus dari data yang dapat berupa masukan untuk sistem atau hasil dari proses sistem. Arus data ini mengalir diantara proses (*process*), simpanan data (*data store*) dan kesatuan luar (*external entity*).

c. Proses (*Process*)

Merupakan kegiatan atau kerja yang dilakukan oleh orang, mesin atau komputer dari hasil suatu arus data yang masuk ke dalam proses untuk dihasilkan arus data yang akan keluar dari proses.

d. Penyimpanan Data (*Data Store*)

Merupakan simpanan dari data yang berupa *file* atau *database* dari komputer, arsip atau catatan manual.

2.12 Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram (ERD) adalah gambaran pada sistem dimana di dalamnya terdapat hubungan antara *entity* beserta relasinya. Model ER adalah persepsi terhadap dunia nyata sebagai terdiri objek-objek dasar yang disebut entitas dan keterhubungan (*relationship*) antar entitas-entitas itu. Konsep paling dasar di model ER adalah entitas, relationship dan atribut.

Model ER penting dalam perancangan basis data. Model ER menyediakan konsep-konsep berguna yang mementingkan bergerak dari deskripsi-deskripsi informal apa yang diinginkan pemakai terhadap basisdata

menuju deskripsi-deskripsi lebih rinci dan presisi yang dapat diimplementasikan DBMS.

Menurut Marlinda (2004), *Attribute* adalah kolom di sebuah relasi.

Macam-macam *attribute* yaitu :

a. *Simple Attribute*

Attribute ini merupakan *attribute* yang unik dan tidak dimiliki oleh *attribute* lainnya, misalnya *entity* mahasiswa yang *attribute*-nya NIM.

b. *Composite Attribute*

Composite attribute adalah *attribute* yang memiliki dua nilai harga, misalnya nama besar (nama keluarga) dan nama kecil (nama asli).

c. *Single Value Attribute*

Attribute yang hanya memiliki satu nilai harga, misalnya *entity* mahasiswa dengan *attribute*-nya umur (tanggal lahir).

d. *Multi Value Attribute*

Multi value attribute adalah *attribute* yang banyak memiliki nilai harga, misalnya *entity* mahasiswa dengan *attribute*-nya pendidikan (SD, SMP, SMA).

e. *Null Value Attribute*

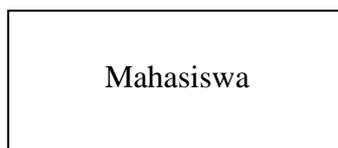
Null value attribute adalah *attribute* yang tidak memiliki nilai harga, misalnya *entity* tukang becak dengan *attribute*-nya pendidikan (tanpa memiliki ijazah).

Sedangkan relasi adalah hubungan antar *entity* yang berfungsi sebagai hubungan yang mewujudkan pemetaan antar *entity*.

Komponen utama pembentuk ER Model adalah :

a. *Entity*

Entity adalah segala hal nyata maupun abstrak yang berhubungan dengan masukan dan keluaran data. Contoh: Mahasiswa, matakuliah, dan sebagainya.



Gambar 2.1 Simbol *Entity*

b. *Attribute*

Attribute adalah identifikasi dari suatu entitas atau *entity*. Contoh: *Entity* mahasiswa mempunyai attribute NIM, Nama, dan seterusnya.

c. *Relationship*

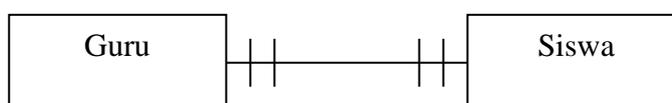
Relation yang berisi komponen himpunan entitas dan himpunan relasi yang masing-masing dilengkapi dengan atribut-atribut yang mempresentasikan seluruh fakta dari 'dunia' yang kita tinjau, dapat digambarkan dengan lebih sistematis menggunakan *Diagram Entity Relationship* (Diagram ER).

Macam-macam relasi itu sendiri antara lain:

1. *One to One* (1:1)

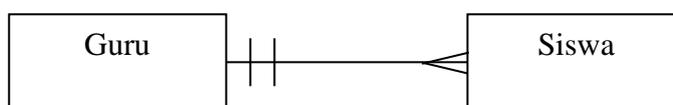
Relasi dari *entity* satu dengan *entity* dua adalah satu berbanding satu.

Contoh: Pada pelajaran privat, satu guru mengajar satu siswa dan satu siswa hanya diajar oleh satu guru.

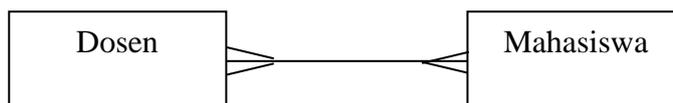


Gambar 2.2 Relasi *One to One*2. *One to Many* (1: m)

Relasi antara *entity* yang pertama dengan *entity* yang kedua adalah satu berbanding banyak atau dapat pula dibalik, banyak berbanding satu. Contoh: Pada sekolah, satu guru mengajar banyak siswa dan banyak siswa diajar oleh satu guru.

Gambar 2.3 Relasi *One to Many*3. *Many to Many* (m : m)

Relasi antara *entity* yang satu dengan *entity* yang kedua adalah banyak berbanding banyak. Contoh: Pada perkuliahan, satu dosen mengajar banyak mahasiswa dan satu mahasiswa diajar oleh banyak dosen pula.

Gambar 2.4 Relasi *Many to Many*

Entity Relationship Diagram ini diperlukan agar dapat menggambarkan hubungan antar *entity* dengan jelas, dapat menggambarkan batasan jumlah *entity* dan partisipasi antar *entity*, mudah dimengerti pemakai dan mudah disajikan oleh perancang *database*. Untuk itu *Entity Relationship Diagram* dibagi menjadi dua jenis model, yaitu:

a. *Conceptual Data Model (CDM)*

Conceptual Data Model (CDM) adalah jenis model data yang menggambarkan hubungan antar tabel secara konseptual.

b. *Physical Data Model (PDM)*

Physical Data Model (PDM) adalah jenis model data yang menggambarkan hubungan antar tabel secara fisik.

2.13 Design System

Setelah tahap analisis sistem selesai dilakukan, maka analisis sistem telah mendapatkan gambaran yang jelas apa yang harus dikerjakan. Kemudian memikirkan bagaimana membentuk sistem tersebut. Menurut Jogiyanto (2010), desain sistem dapat diartikan sebagai berikut :

- a. Tahap setelah analisis dari siklus pengembangan sistem.
- b. Pendefinisian dari kebutuhan-kebutuhan fungsional.
- c. Persiapan untuk rancang bangun implementasi.
- d. Menggambarkan bagaimana suatu sistem dibentuk.
- e. Berupa gambaran, perencanaan dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi.
- f. Menyangkut mengkonfigurasi dari komponen-komponen perangkat lunak dan perangkat keras dari suatu sistem.

2.14 System Development Life Cycle (SDLC)

Siklus Hidup Pengembangan Sistem atau *Software Development Life Cycle* (SDLC) dalam rekayasa sistem dan rekayasa perangkat lunak adalah proses pembuatan atau perubahan sistem serta model dan metodologi yang digunakan untuk mengembangkan sistem-sistem tersebut.

Menurut McLeod dan Schell (2008), siklus hidup pengembangan sistem dirancang untuk menanggulangi masalah yang timbul pada proyek berskala besar yang melibatkan banyak pemakai dan memerlukan banyak waktu dalam pengembangan analisis dan pemrograman.

Konsep ini umumnya merujuk pada sistem komputer atau informasi. SDLC juga merupakan pola yang diambil untuk mengembangkan sistem perangkat lunak, yang terdiri dari tahap-tahap: *requirement elicitation* (elisisasi kebutuhan), *requirements analysis* (analisis kebutuhan), *software design* (perancangan sistem), *software construction* (penulisan kode program), *software testing* (uji coba aplikasi) dan *implementation* (instalasi).

2.14.1 Requirements Elicitation

Elisitasi kebutuhan adalah sekumpulan aktivitas yang ditunjukkan untuk menemukan kebutuhan suatu sistem melalui komunikasi dengan pelanggan, pengguna sistem dan pihak lain yang memiliki kepentingan dalam pengembangan sistem (Sommerville dan Sawyer, 2011). Sejalan dengan proses rekayasa kebutuhan secara keseluruhan, elisitasi kebutuhan bertujuan untuk (Leffingwell dan Widrig, 2015):

- a. Mengetahui masalah apa saja yang perlu dipecahkan dan mengenali batasan-batasan sistem.
- b. Mengenali siapa saja para pemangku kepentingan.

- c. Mengenali tujuan dari sistem yaitu sasaran-sasaran yang harus sistem selesaikan.

2.14.2 *Requirements Analysis*

Dalam rekayasa sistem dan rekayasa perangkat lunak, analisis kebutuhan mencakup pekerjaan-pekerjaan penentuan kebutuhan atau kondisi yang harus dipenuhi dalam suatu produk baru atau perubahan produk, yang mempertimbangkan berbagai kebutuhan yang bersinggungan antar berbagai pemangku kepentingan. Kebutuhan dari hasil analisis ini harus dapat dilaksanakan, diukur, diuji, terkait dengan kebutuhan bisnis yang teridentifikasi, serta didefinisikan sampai tingkat detail yang memadai untuk desain sistem.

2.14.3 *Software Design*

Perancangan sistem dijelaskan sebagai proses mendefinisikan arsitektur, komponen, antarmuka, dan karakteristik lain dari sistem (IEEE *Computer Society*, 2004). Perancangan sistem merupakan penguraian suatu sistem informasi yang utuh ke dalam bagian kompartisasi yang dimaksud, mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan, menentukan kriteria, menghitung konsistensi terhadap kriteria yang ada, serta mendapatkan hasil atau tujuan dari masalah tersebut serta mengimplementasikan seluruh kebutuhan operasional dalam membangun aplikasi.

2.14.4 *Software Construction*

Software Construction (SC) menurut IEEE *Computer Society* (2004) adalah bagian dari disiplin rekayasa perangkat lunak. Didasarkan pada rincian

pengerjaannya, yang berarti *software* melalui kombinasi dari koding, verifikasi, *unit testing*, *testing* terintegrasi dan *debugging*.

2.14.5 Software Testing and Implementation

Testing adalah suatu proses yang dibuat sedemikian rupa untuk mengidentifikasi adanya ketidaksesuaian suatu hasil sebuah sistem informasi dengan apa yang diharapkan (IEEE Computer Society, 2004). Tujuan dari *testing* adalah untuk memastikan kualitas dari suatu produk apakah sesuai dengan kualitas yang dipersyaratkan dan untuk memastikan/menjaga (*quality assurance*) mutu suatu produk. *Testing* dibagi menjadi beberapa tahap, dimulai dari *Software Testing Fundamentals* yang melingkupi definisi dasar tentang testing dan hubungannya dengan kegiatan lain. Tahap kedua adalah *Test Levels* yang dibagi menjadi dua topik, yaitu daftar pembagian level *testing* dan *testing* untuk kondisi tertentu. Tahap ketiga adalah *Test Techniques* yang menjelaskan teknik-teknik *testing* yang dapat digunakan. Tahap keempat adalah *Test-related Measures* yang menjelaskan ukuran-ukuran pencapaian untuk dapat dievaluasi kembali. Tahap terakhir adalah *Test Process* yang menjelaskan tentang aktivitas *testing*.

Pengujian *non-functional* dan *functional* harus dilakukan untuk meyakinkan kecukupan pengujian. Pengujian *non-functional* berdasarkan analisis struktural cenderung untuk menemukan kesalahan selama pengkodean program, sementara pengujian *functional* berdasarkan analisis fungsional cenderung akan menemukan kesalahan dalam pengimplementasian kebutuhan.

Pengujian *functional* memastikan bahwa semua kebutuhan-kebutuhan telah dipenuhi dalam sistem aplikasi. Dengan demikian fungsi-fungsinya adalah

tugas-tugas yang didesain untuk dilaksanakan sistem. Pengujian functional tidak berkonsentrasi pada bagaimana prosesnya terjadi, tetapi pada hasil dari proses.

Pengujian *non-functional* menitikberatkan pada pemastian kecukupan pengujian implementasi dari suatu fungsi. Walaupun digunakan selama pengkodean, analisis struktural harus digunakan dalam semua unsur dalam SDLC dimana perangkat lunak direpresentasikan secara formal dalam bahasa algoritma, desain atau kebutuhan. Tujuan dari pengujian *non-functional* adalah untuk memperkirakan implementasi dengan cara menemukan data pengujian yang mewakili ruang lingkup dari struktur-struktur yang ada dalam aplikasi yang diimplementasikan.