

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Pengelolaan Sampah

Pihak yang menangani sampah di Kota Jombang adalah Dinas PU Cipta Karya Tata Ruang Kebersihan dan Pertamanan Kabupaten Jombang (2012) yang mempunyai tugas melaksanakan sebagian urusan pemerintahan dalam bidang:

1. Pekerja Umum.
2. Otonomi Daerah, Pemerintah Umum, Administrasi Keuangan Daerah, Perangkat Daerah, Kepegawaian dan Persandian.

Secara spesifik bagian yang menangani pengangkutan sampah di kota Jombang adalah seksi Pengangkutan dan Pemanfaatan Sampah yang merupakan bagian dari Dinas PU Cipta Karya Tata Ruang Kebersihan dan Pertamanan Kota Jombang yang mempunyai fungsi:

1. Menyiapkan bahan penyusunan perencanaan program dan petunjuk teknis di bidang pengangkutan dan pemanfaatan sampah.
3. Menyiapkan bahan koordinasi dan kerjasama dengan lembaga dan instansi lain di bidang pengangkutan dan pemanfaatan sampah.
4. Menyiapkan bahan pengawasan dan pengendalian bidang pengangkutan dan pemanfaatan sampah.
5. Menyiapkan bahan evaluasi dan pelaporan pelaksanaan tugas.
6. Melaksanakan tugas lain yang diberikan oleh Kepala Bidang Operasional Kebersihan Rancangan Undang-Undang Pengelolaan Sampah yang

dikeluarkan oleh Kementerian Negara Lingkungan Hidup pada tahun 2005 dapat diketahui bahwa sumber sampah di perkotaan adalah:

1. Rumah tangga.
2. Kegiatan komersial : pusat perdagangan, pasar, pertokoan, hotel, restoran, tempat hiburan.
3. Fasilitas sosial: rumah ibadah, asrama, rumah tahanan/penjara, rumah sakit, klinik, puskesmas.
4. Fasilitas umum: terminal, pelabuhan, bandara, halte kendaraan umum, taman, jalan, dan trotoar.
5. Industri.
6. Fasilitas lainnya : perkantoran, sekolah.
7. Hasil pembersihan saluran terbuka umum, seperti sungai, danau, pantai.

Produk sampah terbesar di kota Jombang diperoleh dari sampah perumahan dan pemukiman yakni hampir menyentuh angka 70% dari seluruh produksi sampah. Total produksi sampah di kota Jombang adalah $\pm 242,7M^3$ / hari dan volume tersebut naik sekitar $7.00 M^3$ / hari dari tahun sebelumnya yaitu tahun 2011 (DPU Cipta Karya 2012), namun tidak semua sampah tersebut berakhir diangkut ke TPA, tetapi ada yang diolah sendiri seperti dibakar dan didaur ulang oleh sebagian pihak.

2.2 Sarana dan Prasarana kebersihan

Sarana dan prasarana kebersihan yang dimiliki Dinas Pu Cipta Karya Tata Ruang dan Kebersihan Kabupaten Jombang saat ini adalah :

1. Pewadahan

- a. TPS : 32 unit
- b. TPA sampah : 1 unit
- c. TPA Tinja : 1 unit

2. Pengangkutan

- a. Truk Tangki Tinja : 20 unit
- b. Truk Tangki Air : 1 unit
- c. Truk Bak : 2 unit
- d. Truk *Sky Walker* : 7 unit
- e. *Pic Up* : 3 unit
- f. *Station Wagon* : 1 unit

3. Alat Besar

- a. Bulldozer : 3 unit
- b. *Dum Truk* : 17 unit
- c. *Amroll* : 11 unit

2.3 Pengertian Sampah

Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan atau proses alam yang berbentuk padat. Kemudian yang dimaksud dengan sampah spesifik adalah sampah yang karena sifat, konsentrasi, dan volumenya memerlukan pengelolaan khusus. Sedangkan menurut WHO, sampah adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi, sesuatu yang dibuang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya dan bersifat padat.

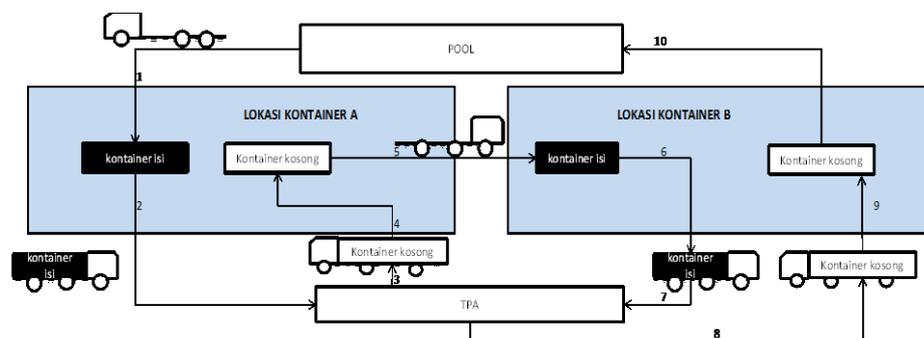
2.4 Pola Pengangkutan Sampah

Pada saat ini sebagian besar sistem pengelolaan sampah di Indonesia bertumpu kepada pendekatan akhir, yaitu sampah dikumpulkan, diangkut, dan dibuang ke TPA. Pola pengangkutan sampah dengan *Hauled Container System* (HCS) dibedakan atas tiga pola pengangkutan, yaitu:

1. Sistem Konvensional
2. Sistem Substitusi
3. Sistem Substitusi Modifikasi .

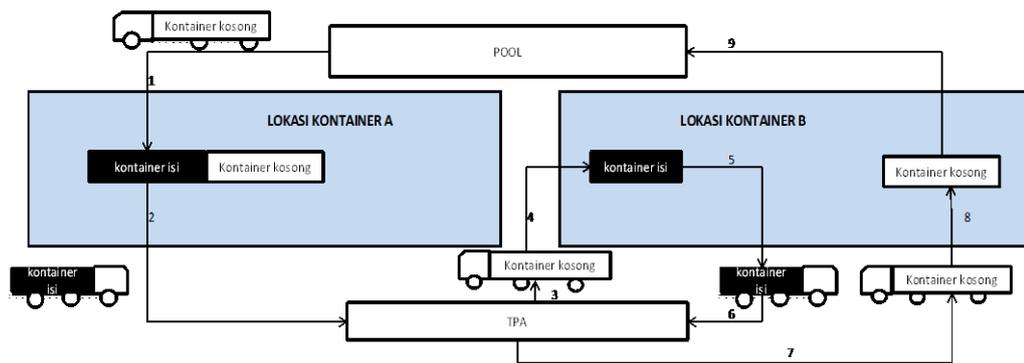
1. Sistem Konvensional

Berdasarkan Gambar 2.1 kendaraan keluar dari pool tanpa membawa kontainer kosong langsung menuju lokasi (A) kontainer pertama isi, untuk kemudian diangkut ke TPA. Dari TPA, kendaraan tersebut kembali menuju lokasi kontainer (A) semula untuk meletakkan kontainer kosong, kemudian menuju lokasi kontainer isi di lokasi berikutnya (B) dan mengangkutnya ke TPA. Pada *shift* terakhir kendaraan tersebut dari TPA meletakkan kontainer kosong di lokasi kontainer terakhir, kemudian kembali ke *pool*. Jadi pada setiap lokasi kontainer harus ada lebih dari satu kontainer agar pada lokasi tersebut selalu ada tersedia kontainer (Sinarbawa,2006).



Gambar 2.1 Pola Pengangkutan Sistem Konvensional

2. Sistem Substitusi

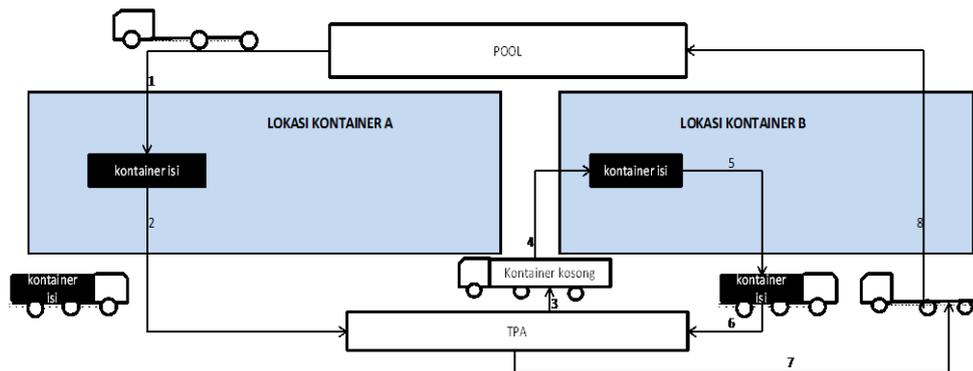


Gambar 2.2 Pola Pengangkutan Sistem Substitusi

Berdasarkan Gambar 2.2 kendaraan keluar dari *pool* membawa kontainer kosong menuju lokasi kontainer isi (A), kontainer kosong diletakkan lalu mengambil kontainer yang penuh (A), kemudian dibawa ke TPA. Dari TPA kontainer kosong diletakkan di lokasi kontainer berikutnya (B) dan mengambil kontainer yang telah terisi (B). Pada pola ini juga harus tersedia kontainer di lokasi kontainer (Sinarbawa, 2006).

3. Sistem Substitusi Modifikasi

Berdasarkan Gambar 2.3 Kendaraan berangkat dari *pool* tanpa membawa kontainer kosong menuju lokasi kontainer pertama (A) yang sudah penuh, untuk kemudian mengangkutnya ke TPA. Dari TPA kendaraan tersebut membawa kontainer kosong menuju lokasi kontainer isi pada lokasi berikutnya (B) dan mengambil kontainer yang sudah penuh untuk dibawa ke TPA dan pada *shift* terakhir kendaraan dengan kontainer kosong kembali ke *pool* tanpa membawa kontainer. Pola ini dapat diterapkan jika timbunan sampah di kontainer pertama cukup kecil. Contoh : pasar malam atau kegiatan yang hanya sesaat (Sinarbawa, 2006).



Gambar 2.3 Pola pengangkutan Sistem Substitusi Modifikasi

2.5 Penetapan Jadwal Pengangkutan Sampah

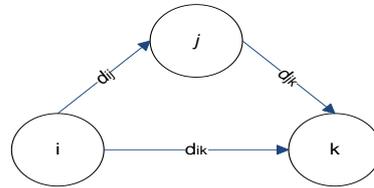
Setiap pelayanan perlu diterapkan dengan teratur. Hal ini disamping untuk memberikan gambaran kualitas pelayanan, juga untuk menetapkan jumlah kebutuhan tenaga dan peralatan, sehingga biaya operasional dapat diperkirakan. Selain itu frekuensi pelayanan yang teratur akan memberikan hasil pengumpulan yang optimal dan biaya operasi dapat lebih kecil serta akan memudahkan bagi para petugas untuk melaksanakan tugasnya.

Tumpukan sampah di sekitar lokasi kontainer cukup bervariasi, maka hal tersebut mengakibatkan frekuensi pengangkutan sampah juga berbeda-beda pada tiap LPS, maka untuk mengatur jadwal pengangkutan sampah perlu dibuat tabel distribusi pengambilan sampah dalam mingguan. Dengan asumsi volume timbunan sampah relatif sama pada setiap minggunya.

2.6 Shortest Route

Terdapat beberapa algoritma untuk mencari rute terpendek. Salah satunya adalah Algoritma Floyd yang dikembangkan oleh Bernard Roy pada tahun 1959,

dengan ketentuan yang mengatakan bahwa Algoritma Floyd ini hanya dapat digunakan jika semua busur dalam graf mempunyai bobot non-negatif.



Gambar 2.4 Operasi Triple Floyd

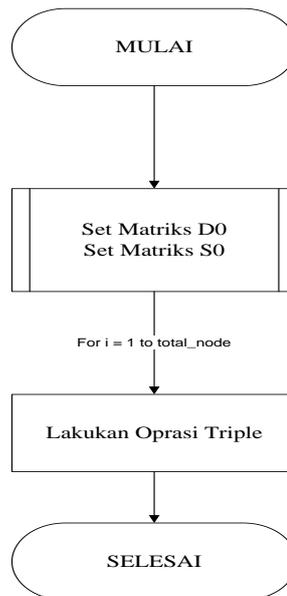
Algoritma Floyd adalah algoritma yang sederhana. Inti dari algoritma ini melibatkan tiga node i, j, k yang saling terhubung, dimana jarak terpendek dari i menuju k melewati j jika $d_{ij} + d_{jk} < d_{ik}$. Operasi *tripel* ini dapat diterapkan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Langkah 1. Buat matrix jarak D_0 dan matrix rangkaian node S_0 seperti dibawah ini . Set $k = 1$.

So							Do							
	1	2	...	j	...	n		1	2	...	j	...	n	
1	-	d ₁₂	...	d _{1j}	...	d _{1n}		1	-	2	...	j	...	n
2	d ₂₁	-	...	d _{2j}	...	d _{2n}		2	1	-	...	j	...	n
...	-	-		-	-	n
i	d _{i1}	d _{i2}	...	-	...	d _{in}		i	1	2	...	-	...	n
...	-	-		-	-	-
n	d _{n1}	d _{n2}	...	d _{nj}	...	-		n	1	2	...	j	...	-

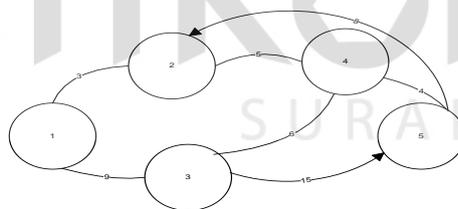
Langkah Selanjutnya. Tentukan baris k dan kolom k sebagai baris poros kolom poros. Terapkan operasi triple pada tiap elemen d_{ij} di D_{k-1} untuk semua i dan j . jika kondisinya $d_{ij} + d_{jk} < d_{ik}$, ($i \neq k, j \neq k$ dan $i \neq j$) lalu setelah itu dilakukan:

1. Buat D_k dengan mengganti d_{ik} di D_{k-1} dengan $d_{ij} + d_{jk}$.
2. Buat S_k dengan mengganti S_{ik} di S_{k-1} dengan k , set $k = k + 1$, dan ulangi langkah selanjutnya (Taha,2003)



Gambar 2.5 Flowchart Algoritma Floyd

Contoh perhitungan: diberikan graf berbobot seperti gambar 6. dimana busur yang tidak memiliki tanda arah panah adalah busur yang memiliki dua arah dan busur yang memiliki tanda arah panah adalah busur yang memiliki arah sesuai dengan arah tanda panahnya. Lalu tentukan terpendek dari semua *node*.



Gambar 2.6 Graf

Dari graf dibuat matriks D_0 dan matriks S_0 sesuai dengan langkah 1.

D_0

	1	2	3	4	5
1	-	3	9	∞	∞
2	3	-	∞	5	9
3	9	∞	-	6	15
4	∞	5	6	-	4
5	∞	8	∞	4	-

S_0

	1	2	3	4	5
1	-	2	3	4	5
2	1	-	3	4	5
3	1	2	-	4	5
4	1	2	3	-	5
5	1	2	3	4	-

Set $k = 1$ sebagai poros untuk melakukan *triple operation* lalu cari elemen yang sesuai untuk dilakukan *triple operation*. Set $k = 1$ sebagai

D_1					S_1						
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1	-	3	9	∞	∞	1	-	2	3	4	5
2	3	-	12	5	∞	2	1	-	1	4	5
3	9	12	-	6	15	3	1	1	-	-	5
4	∞	5	6	-	4	4	1	2	3	-	4
5	∞	8	∞	4	-	5	1	2	3	4	-

Set $k = 2$ sebagai poros untuk melakukan *triple operation* lalu cari elemen yang sesuai untuk dilakukan *triple operation*.

Set $k = 3$ sebagai poros untuk melakukan *triple operation* lalu cari elemen yang sesuai untuk dilakukan *triple operation*

D_2					S_2						
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1	-	3	9	8	∞	1	-	2	3	2	5
2	3	-	12	5	∞	2	1	-	1	4	5
3	9	12	-	6	15	3	1	11	-	4	5
4	8	5	6	-	4	4	2	2	3	-	5
5	11	8	20	4	-	5	2	2	2	4	-

D_3					S_3						
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1	-	3	9	8	24	1	-	2	3	2	3
2	3	-	12	5	27	2	1	-	1	4	3
3	9	12	-	6	15	3	1	1	-	4	5
4	8	5	6	-	4	4	2	2	3	-	5
5	11	8	20	4	-	5	2	2	2	4	-

Set $k = 4$ sebagai poros untuk melakukan *triple operation* lalu cari elemen yang sesuai untuk dilakukan *triple operation*

D_4

	1	2	3	4	5
1	-	3	9	8	12
2	3	-	11	5	9
3	9	11	-	6	10
4	8	5	6	-	4
5	11	8	10	4	-

 S_4

	1	2	3	4	5
1	-	2	3	2	4
2	1	-	4	4	4
3	1	4	-	4	4
4	2	2	3	-	5
5	2	2	4	4	-

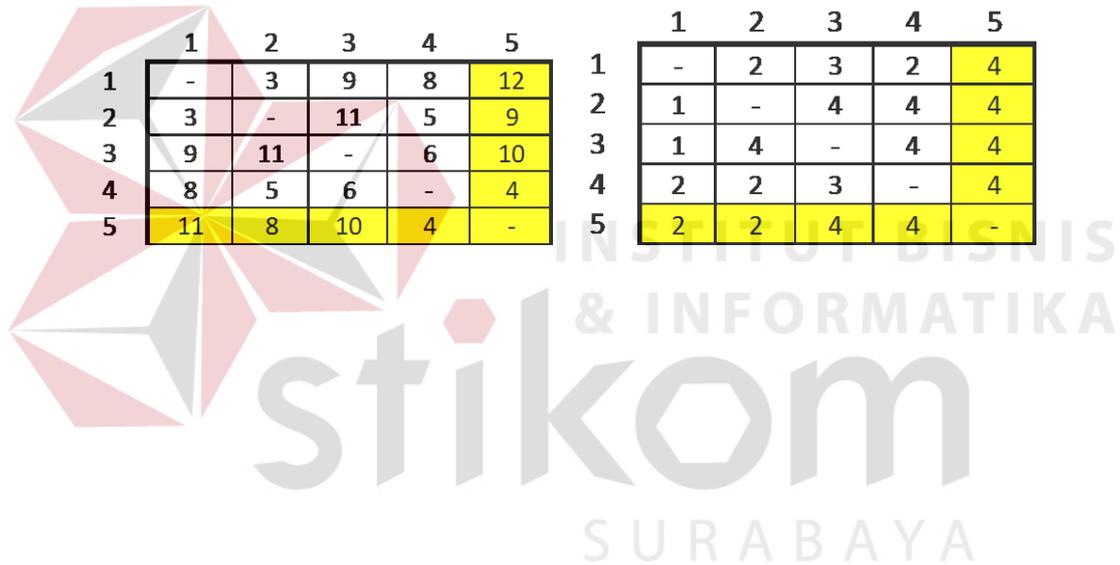
Set $k = 5$ sebagai poros untuk melakukan *triple operation* lalu cari elemen yang sesuai untuk dilakukan *triple operation*.

 D_5

	1	2	3	4	5
1	-	3	9	8	12
2	3	-	11	5	9
3	9	11	-	6	10
4	8	5	6	-	4
5	11	8	10	4	-

 S_5

	1	2	3	4	5
1	-	2	3	2	4
2	1	-	4	4	4
3	1	4	-	4	4
4	2	2	3	-	4
5	2	2	4	4	-



Matriks D_5 dan S_5 memiliki informasi yang dibutuhkan untuk mengetahui rute terpendek antara semua node dalam graf. Berikut hasilnya:

Tabel 2.1 Hasil graf

Awal	Tujuan	Jarak	Rute
1	2	3	12
1	3	9	13
1	4	8	124
1	5	12	1245
2	1	3	21
2	3	11	243
2	4	5	45
2	5	9	245
3	1	9	31
3	2	11	345
3	4	6	34
3	5	10	345
4	1	8	421
4	2	5	42
4	3	6	43
4	5	4	45
5	1	11	541
5	2	8	52
5	3	10	543

2.7 Fastest Route

Rute terpendek saja belum cukup untuk menghasilkan jadwal pengangkutan sampah yang optimal, karena walaupun rute terpendek sudah didapatkan belum tentu itu adalah rute tercepat. Maka pencarian rute tercepat juga dibutuhkan. Metode untuk mencari waktu tempuh tercepat adalah dengan memakai rumus Gerak Lurus Berubah

Beraturan (GLBB). Variabel yang dibutuhkan dalam mencari waktu tempuh tercepat dalam rumus GLBB adalah, kecepatan (v), jarak (s) dan percepatan (a) (Foster, 2000). Berikut rumus GLBB:

$$a = \frac{V_2^2 - V_0^2}{2s}$$

$$S = ((V_0^2 \cdot t) + (1/2 a \cdot t^2))$$

Dimana :

a = Percepatan (m/s)

S = Jarak (km)

V_0 = Kecepatan awal (m/s)

V_2 = Kecepatan akhir (m/s)

t = Waktu tempuh (s)

Jika bobot busur dalam graf yang digunakan untuk mencari rute terpendek diganti dengan hasil waktu tempuh (t), maka dapat diketahui rute tercepat antara tiap-tiap *node*.

2.8 Penugasan (*Assignment*)

Masalah penugasan berkaitan dengan keinginan perusahaan dalam mendapatkan pembagian atau alokasi tugas (penugasan) yang optimal, dalam arti apabila penugasan tersebut berkaitan dengan keuntungan maka bagaimana alokasi tugas atau penugasan tersebut dapat memberikan keuntungan yang lebih besar (maksimal), begitu pula sebaliknya bila menyangkut biaya, dan bahkan bisakah seorang karyawan mengerjakan tugas yang lain.

Sebagai gambaran model penugasan adalah menyangkut penempatan para pekerja pada bidang pekerjaan yang tersedia agar biaya yang ditanggung dapat diminimumkan. Jika pekerjaan dianggap sebagai sumber dan pekerjaan dianggap sebagai tujuan, maka model penugasan ini akan mirip dengan model transportasi yang juga mempunyai sumber dan tujuan. Bedanya, pada model penugasan jumlah pasokan pada setiap sumber dan jumlah permintaan pada setiap tujuan adalah satu. Hal ini berarti setiap pekerjaan hanya menangani satu pekerjaan, atau sebaliknya satu pekerjaan hanya ditangani oleh satu pekerja.

Misal yang dianggap sebagai sumber adalah pekerja, sedangkan tujuan adalah mesin. Jika terdapat $I = 1, 2, \dots, m$ yang ditugaskan pada mesin dimana $j = 1, 2, \dots, n$ maka akan muncul biaya sebesar C_{ij} .

Untuk menyelesaikan masalah penugasan, maka diasumsikan bahwa jumlah sumber sama dengan jumlah tujuan ($m = n$). Bila asumsi tidak dipenuhi, maka harus dibuat dulu pekerja atau mesin dummy, sehingga diperoleh $m = n$.

Karena satu pekerja ditugaskan hanya pada satu mesin, maka supply yang digunakan pada setiap sumber adalah 1 (atau $a_i = 1$ untuk seluruh i). Demikian juga, karena 1 mesin hanya dapat dikerjakan oleh satu pekerja, maka demand dari setiap tujuan adalah 1 (atau $b_j = 1$ untuk seluruh j).

Model matematis untuk masalah penugasan adalah :

$X_{ij} = 0$, bila pekerja ke- i tidak ditugaskan pada mesin ke- j .

$X_{ij} = 1$, bila pekerja ke- i ditugaskan pada mesin ke- j .

Fungsi tujuan : $\text{Min } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$

$$\text{Batasan : } \sum_{j=1}^n X_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$X_{ij} = 0 \text{ atau } 1$$

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah penugasan adalah metode Hungarian. Langkah-langkah pada penyelesaian model penugasan dengan metode Hungarian adalah sebagai berikut:

1. Lakukan pengurangan baris dengan cara mengurangi nilai terendah pada suatu baris dari semua nilai pada baris tersebut.
2. Lakukan pengurangan kolom dengan cara mengurangi nilai terendah pada suatu kolom dari semua nilai pada kolom tersebut.
3. Tarik sejumlah garis horizontal dan vertikal yang diperlukan untuk mencoret semua angka nol pada tabel biaya opportunity yang lengkap.
4. Jika diperlukan garis lebih sedikit dari m (dimana $m =$ jumlah baris atau kolom), maka semua nilai lain yang tercoret dikurangkan dengan nilai terendah dari nilai-nilai yang tidak tercoret tersebut. Kemudian nilai terendah tersebut ditambahkan pada sel-sel dimana dua garis berpotongan, sedangkan nilai yang lain tetap. Ulangi langkah 3.
5. Jika diperlukan garis sebanyak m , maka solusi optimal tercapai. Sehingga dapat dilakukan analisis penugasan yang unik. Jika masih diperlukan garis lebih sedikit m , maka ulangi langkah 4.

A. Masalah Minimalisasi

PT. Selalu makmur mempunyai 4 mesin jahit untuk memproduksi pakaian anak-anak. Perusahaan bermaksud menempatkan 4 tenaga kerja di 4 mesin jahit sedemikian sehingga waktu yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan untuk tiap tenaga ke tiap mesin jahit ditunjukkan pada tabel 2.2 berikut (menit/pakaian).

Tabel 2.2 Tabel Matriks Penugasan

Pekerja	Mesin Jahit			
	A	B	C	D
A	210	90	180	160
B	100	70	130	200
C	175	105	140	170
D	80	65	105	120

Penyelesaian :

Dari tabel 2.2 di atas terlihat bahwa nilai terkecil pada tiap baris adalah sebagai berikut, baris A adalah 90, baris B adalah 70, baris C adalah 105, baris D adalah 65. Kemudian dibuat tabel penugasan baru dengan pengurangan baris dengan cara mengurangkan nilai terendah pada tiap baris dari tiap nilai yang ada pada baris tersebut, diperoleh :

Tabel 2.3 Tabel Biaya 1

Pekerja	Mesin Jahit			
	A	B	C	D
A	120	0	90	70
B	30	0	60	130
C	70	0	35	65
D	15	0	40	55

Dari tabel 2.3 diatas terlihat bahwa nilai terkecil pada tiap kolom adalah sebagai berikut. Kolom A adalah 15, kolom B adalah 0, kolom C adalah 35, kolom D adalah 55. Kemudian dibuat tabel penugasan baru dengan pengurangan kolom dengan

cara mengurangi nilai terendah pada tiap kolom dari tiap nilai yang ada pada kolom tersebut, diperoleh:

Tabel 2.4 Hasil Biaya²

Pekerja	Mesin Jahit			
	A	B	C	D
A	105	0	55	15
B	15	0	25	75
C	55	0	0	10
D	0	0	5	0

Pengujian untuk menentukan table apakah tabel penugasan baru dengan pengurangan kolom memuat empat penugasan adalah dengan cara menarik sejumlah garis horizontal dan vertikal sesedikit mungkin yang diperlukan untuk mencoret semua angka nol pada baris dan kolom tabel, diperoleh hasil tabel baru yang disebut dengan tabel biaya opportunity dengan garis pengujian, yaitu seperti tabel 2.5 dibawah ini.

Tabel 2.5 Tabel Biaya Opportunity 1

Pekerja	Mesin Jahit			
	A	B	C	D
A	105	0	55	15
B	15	0	25	75
C	55	0	0	10
D	0	0	5	0

Ketiga garis yang menutupi semua angka nol tersebut mengindikasikan bahwa hanya terdapat tiga penugasan. Pada masalah ini diperlukan 4 penugasan, sehingga hasil pada tabel 2.5 di atas belum optimal.

Langkah selanjutnya adalah semua nilai lain yang tercoret dikurangkan dengan nilai terendah tersebut ditambahkan pada sel-sel dimana dua garis

berpotongan, sedangkan nilai yang lain tetap. Sehingga diperoleh tael biaya opportunity dengan garis pengujian yang baru sebagai berikut.

Tabel 2.6 Tabel Biaya *Opportunity* 2

Pekerja	Mesin Jahit			
	A	B	C	D
A	90	0	40	0
B	0	0	10	60
C	55	15	0	10
D	0	15	5	0

Bagaimanapun penarikan garis dilakukan, maka akan diperoleh empat garis untuk menutup semua nilai nol pada tabel tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat empat enugasan sehingga hasil yang diperoleh adalah solusi optimal. Hasil yang diperleth ada pada tabel 2.7 sebagai berikut.

Alternatif 1:

Tabel 2.7 Tabel Hasil Penugasan Alternatif 1

Penugasan	Jarak
Pekerja A → mesin B	90
Pekerja B → mesin A	100
Pekerja C → mesin C	140
Pekerja D → mesin D	120
Total jarak minimum	450 mil

Alternatif 2:

Tabel 2.8 Tabel Hasil Penugasan Alternatif 2

Penugasan	Jarak
Pekerja A → mesin D	160
Pekerja B → mesin B	70
Pekerja C → mesin C	140
Pekerja D → mesin A	80
Total jarak minimum	450 mil

Masalah penugasan pada contoh ini terdapat 2 alternatif solusi, maka dikatakan bahwa masalah ini mempunyai solusi optimal majemuk. Kedua penugasan alternatif tersebut akan menghasilkan total jarak tempuh minimum sejauh 450 mil. Dari langkah di atas terlihat bahwa garis yang berhasil dibuat adalah tiga, dengan menyisakan beberapa nilai yang tidak terkena garis.

B. Masalah Maksimasi

Sebuah perusahaan memperkejakan 3(tiga) salesman untuk 3(tiga) daerah pemasarannya. Perkiraan penjualan setiap salesman untuk tiap daerah pemasaran ditunjukkan pada tabel 2.9 dibawah ini.

Tabel 2.9 Tabel Matriks Penugasan Maksimasi

Salesman	Daerah Pemasaran		
	P	Q	R
A	25	31	35
B	15	20	24
C	22	19	17

Langkah metode Hungarian untuk maksimasi adalah sama dengan langkah pada minimasi, dengan mengubah factor pengurangnya kepada nilai terbesar sebagai berikut.

1. Lakukan operasi baris, yaitu dengan mengurangi semua nilai pada baris dengan nilai terbesar (operasi per baris untuk mendapatkan nilai 0 pada tiap baris).
2. Lakukan operasi kolom untuk memastikan bahwa pada tiap kolom ada nilai 0 (lakukan pengurangan terhadap nilai terbesar hanya pada kolom yang tidak memiliki nilai 0).
3. Lakukan penugasan terbaiknya (merujuk kepada elemen yang bernilai 0 atau terbesar, dipilih dan dipilah sendiri) dengan cara :

- a. Penugasan pertama kali pada baris dan kolom yang memiliki satu-satunya nilai 0.
- b. Penugasan berikutnya pada baris saja atau kolom saja yang memiliki satu-satunya nilai 0.
- c. Kerjakan terus hingga selesai dan diperoleh nilai terbesar.

C. Masalah Penugasan Tidak Seimbang

Sama halnya dengan masalah transportasi, pada masalah penugasan juga terdapat model yang tidak seimbang, dimana jumlah pekerjaan melebihi jumlah pekerja, atau sebaliknya jumlah pekerja melebihi jumlah pekerjaan.

Jika terjadi demikian, maka untuk menyelesaikan ditambahkan baris / kolom dummy dengan nilai nol. Penambahan baris / kolom dummy tidak akan mempengaruhi solusi optimal yang diperoleh.

Sebagai contoh, dipunyai tabel penugasan yang tidak seimbang dengan menambahkan kolom dummy, seperti tabel 2.10 dibawah ini:

Tabel 2.10 Tabel Penugasan Tidak Seimbang

Tim	Lokasi Pertandingan				
	Raleigh	Atlanta	Durham	Clemson	Dummy
A	210	90	180	160	0
B	100	70	130	200	0
C	175	105	140	170	0
D	80	65	105	120	0
E	95	115	120	100	0

Untuk menyelesaikan model penugasan tidak seimbang sama dengan model penugasan yang seimbang yang telah dibahas sebelumnya.

2.9 Sistem Informasi

Sistem adalah kumpulan dari elemen-elemen yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Menurut Herlambang dan Tanuwijaya (2005), definisi sistem dapat dibagi menjadi dua pendekatan, yaitu pendekatan secara prosedur dan pendekatan secara komponen. Berdasarkan pendekatan prosedur, sistem didefinisikan sebagai kumpulan dari beberapa prosedur yang mempunyai tujuan tertentu. Sedangkan berdasarkan pendekatan komponen, sistem merupakan kumpulan dari komponen-komponen yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu.

Informasi adalah data yang telah diproses menjadi bentuk yang memiliki arti bagi penerima dan dapat berupa fakta, suatu nilai yang bermanfaat. Jadi ada suatu proses transformasi data menjadi suatu informasi yaitu input, proses, output. Menurut Herlambang dan Tanuwijaya (2005), data adalah fakta-fakta atau kejadian-kejadian yang dapat berupa angka-angka atau kode-kode tertentu. Data masih belum mempunyai arti bagi penggunanya. Untuk dapat mempunyai arti data diolah sedemikian rupa sehingga dapat digunakan oleh penggunanya. Hasil pengolahan data inilah yang disebut sebagai informasi. Secara ringkas, informasi adalah data yang telah diolah dan mempunyai arti bagi penggunanya, sehingga sistem informasi dapat didefinisikan sebagai prosedur-prosedur yang digunakan untuk mengolah data sehingga dapat digunakan oleh penggunanya.

Data merupakan *raw material* untuk suatu informasi. Perbedaan informasi dan data sangat relatif tergantung pada nilai gunanya bagi manajemen yang memerlukan. Suatu informasi bagi level manajemen tertentu bisa menjadi data bagi manajemen level di atasnya, atau sebaliknya. Pengertian sistem informasi itu sendiri

adalah suatu sistem terintegrasi yang mampu menyediakan informasi yang bermanfaat bagi penggunanya.

Sebuah sistem terintegrasi atau sistem manusia-mesin, untuk menyediakan informasi untuk mendukung operasi, manajemen dalam suatu organisasi. Sistem ini memanfaatkan perangkat keras dan perangkat lunak komputer, prosedur manual, model manajemen dan basis data.

2. 10 Siklus Hidup Pengembangan Sistem (SHPS)

Dalam bahasa asing Siklus Hidup Pengembangan Sistem adalah *System Development Life Cycle (SDLC)*. SHPS adalah pendekatan melalui beberapa tahap untuk menganalisis dan merancang sistem yang dimana sistem tersebut telah dikembangkan dengan sangat baik melalui penggunaan siklus kegiatan penganalisis dan pemakai secara spesifik (Kendall, 2006).

a. Identifikasi Masalah

Dalam tahap pertama pengembangan sistem ini adalah melakukan identifikasi masalah. Tahap ini sangat penting bagi keberhasilan proyek, karena tidak seorangpun yang ingin membuang-buang waktu kalau tujuan masalah yang keliru.

b. Analisa Sistem

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap sistem. Perangkat dan teknik – teknik tertentu akan membantu penganalisis menentukan kebutuhan. Perangkat

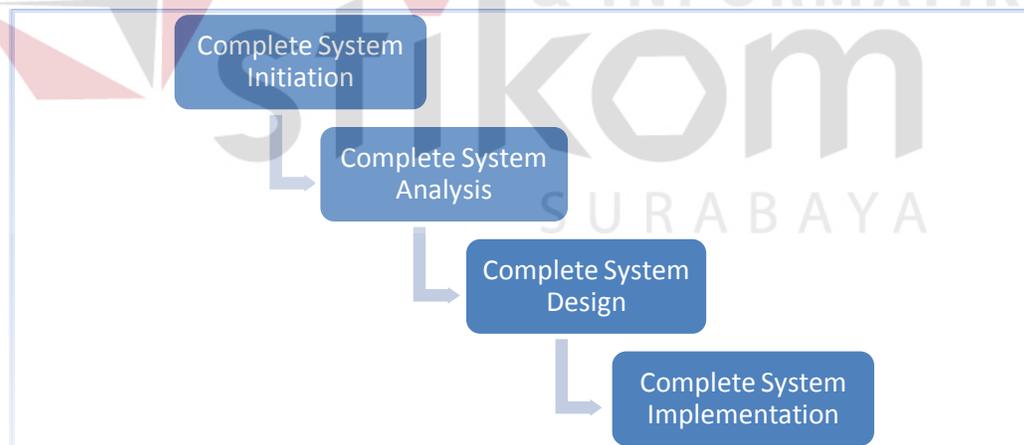
yang dimaksud adalah penggunaan diagram aliran data untuk menyusun daftar input, proses dan output.

c. Desain Sistem

Dalam tahap desain dari siklus hidup pengembangan sistem, penganalisa sistem menggunakan informasi – informasi yang terkumpul sebelumnya untuk mencapai desain sistem yang logik. Penganalisis merancang prosedur data *entry* sedemikian rupa sehingga data yang dimasukkan kedalam sistem benar – benar akurat.

d. Implementasi Sistem

Di tahap terakhir ini, penganalisis membantu untuk mengimplementasikan sistem. Dalam proses implementasi ini mencakup pembangunan suatu basis data, melakukan proses *install*, dan membawa sistem baru untuk diproduksi.



Sumber : Metode Desain & Analisa Sistem (Whitten, 2004)

Gambar 2.7 Pengembangan Sistem Metode *Waterfall*

2.11 Analisis dan Perancangan Sistem

Penguraian dari suatu sistem informasi yang utuh ke dalam bagian-bagian komponennya dengan maksud untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan-permasalahan, kesempatan-kesempatan, hambatan-hambatan yang terjadi dan kebutuhan-kebutuhan yang diharapkan sehingga dapat diusulkan perbaikan-perbaikannya (Kendall dan Kendall, 2003). Tahap analisis sistem dilakukan setelah tahap perencanaan sistem (*system planning*) dan sebelum tahap perencanaan sistem (*system design*). Tahap analisis merupakan tahap yang kritis dan sangat penting, karena kesalahan di dalam tahap ini juga akan menyebabkan kesalahan di tahap selanjutnya.

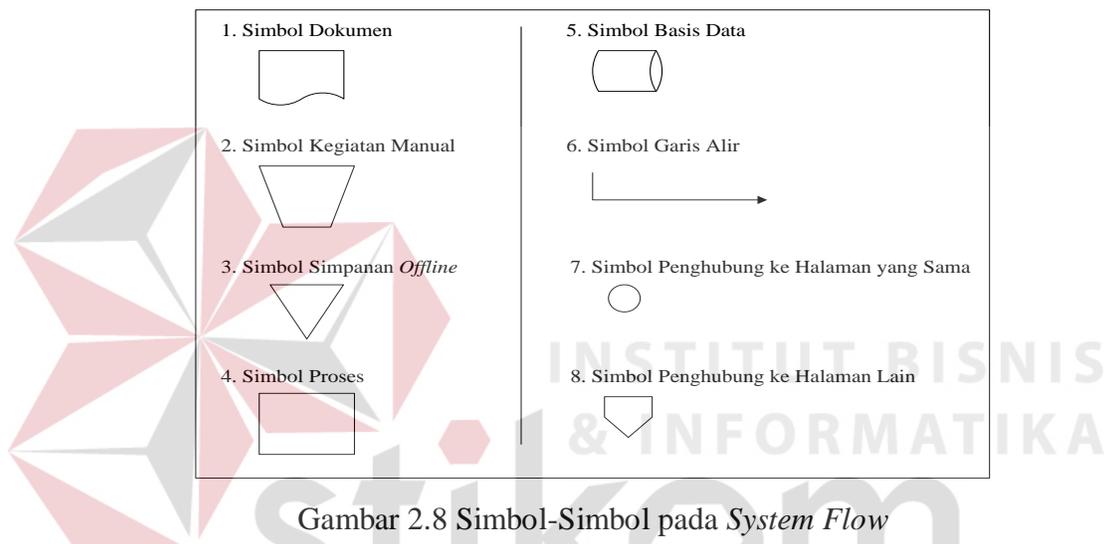
Dalam tahap analisis sistem terdapat langkah-langkah dasar yang harus dilakukan oleh analis sistem sebagai berikut.

1. *Identify*, yaitu mengidentifikasi masalah.
2. *Understand*, yaitu memahami kerja dari sistem yang ada.
3. *Analyze*, yaitu menganalisis sistem.
4. *Report*, yaitu membuat laporan hasil analisis.

Setelah tahap analisis sistem selesai dilakukan, maka analis sistem telah mendapatkan gambaran dengan jelas apa yang harus dikerjakan. Tiba waktunya sekarang bagi analis sistem untuk memikirkan bagaimana membentuk sistem tersebut. Tahap ini disebut dengan perancangan sistem. Analisis dan Perancangan Sistem dipergunakan untuk menganalisis, merancang, dan mengimplementasikan peningkatan-peningkatan fungsi bisnis yang dapat dicapai melalui penggunaan sistem informasi terkomputerisasi (Kendall dan Kendall, 2003).

2.11.1 System Flow

System flow atau bagan alir sistem merupakan bagan yang menunjukkan arus pekerjaan secara keseluruhan dari sistem. *System flow* menunjukkan urutan-urutan dari prosedur yang ada di dalam sistem dan menunjukkan apa yang dikerjakan sistem. Simbol-simbol yang digunakan dalam *system flow* ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Simbol-Simbol pada *System Flow*

1. Simbol dokumen, menunjukkan dokumen input dan output baik untuk proses manual atau komputer.
2. Simbol kegiatan manual, menunjukkan pekerjaan manual.
3. Simbol simpanan *offline*, menunjukkan *file* non-komputer yang diarsip.
4. Simbol proses, menunjukkan kegiatan proses dari operasi program komputer.
5. Simbol basis data, menunjukkan tempat untuk menyimpan data hasil operasi komputer.
6. Simbol garis alir, menunjukkan arus dari proses.

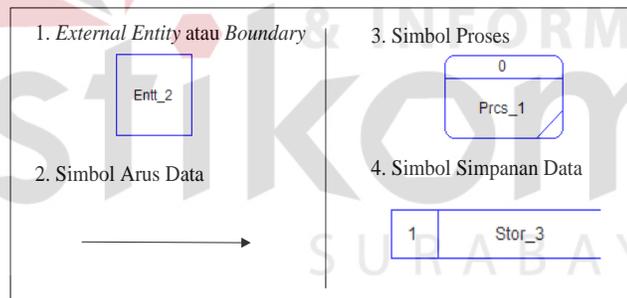
7. Simbol penghubung, menunjukkan penghubung ke halaman yang masih sama atau ke halaman lain.

2.11.2 Data Flow Diagram

DFD sering digunakan untuk menggambarkan suatu sistem yang telah ada atau sistem baru yang akan dikembangkan secara logika tanpa mempertimbangkan lingkungan fisik dimana data tersebut mengalir. DFD merupakan alat yang digunakan pada metodologi pengembangan sistem yang terstruktur dan dapat mengembangkan arus data di dalam sistem dengan terstruktur dan jelas (Kendall dan Kendall, 2003).

1. Simbol-Symbol yang Digunakan dalam DFD

Di dalam penggambaran DFD terdapat beberapa simbol yang digunakan seperti yang dapat di lihat pada Gambar 2.9



Gambar 2.9 Simbol-Symbol pada DFD

a. *External Entity* atau *Boundary*

External entity atau kesatuan luar merupakan kesatuan di lingkungan luar sistem yang dapat berupa orang, organisasi atau sistem lainnya yang berada di lingkungan luarnya yang akan memberikan input atau menerima output dari sistem. *External entity* disimbolkan dengan notasi kotak.

b. Arus Data

Arus Data (*data flow*) di DFD diberi simbol panah. Arus data ini mengalir di antara proses, simpanan data (*data store*) dan kesatuan luar (*external entity*). Arus data ini menunjukkan arus data yang dapat berupa masukan untuk sistem atau hasil dari proses sistem.

c. Proses

Suatu proses adalah kegiatan yang dilakukan oleh orang, mesin, atau komputer dari hasil suatu arus data yang masuk ke dalam proses untuk menghasilkan arus data yang akan keluar dari proses. Simbol proses berupa lingkaran atau persegi panjang bersudut tumpul.

d. Simpanan Data

Simpanan data merupakan simpanan dari data yang dapat berupa hal-hal sebagai berikut, sebagai gambaran.

1. Suatu file atau *database* di sistem komputer.
2. Suatu arsip atau catatan manual.
3. Suatu kotak tempat data di meja seseorang.
4. Suatu tabel acuan manual.

Simpanan data di DFD disimbolkan dengan sepasang garis horizontal paralel yang tertutup di salah satu ujungnya.

2. *Context Diagram*

Menurut Nikerson (2001) jenis pertama *ContextDiagram* (CD), adalah data *flowdiagram* tingkat atas (DFD *TopLevel*), yaitu diagram yang paling tidak detail, dari sebuah sistem informasi yang menggambarkan aliran-aliran data ke dalam dan ke luar sistem, dan diberikan, diterima oleh entitas-entitas. CD menggambarkan sistem dalam satu lingkaran dan hubungan dengan entitas luar. Lingkaran tersebut

menggambarkan keseluruhan proses dalam sistem). *Context Diagram* merupakan langkah pertama dalam pembuatan DFD. Pada *context diagram* dijelaskan sistem yang dibuat dan *eksternal entity* yang terlibat. Dalam *context diagram* harus ada arus data yang masuk dan arus data yang keluar.

3. *Data Flow Diagram Level 0*

DFD level 0 adalah langkah selanjutnya setelah *context diagram*. Pada langkah ini, digambarkan proses-proses yang terjadi dalam sistem informasi. Sedangkan menurut Pratama (2012) DFD level 0 atau bisa juga disebut diagram konteks merupakan gambaran bagaimana sistem berinteraksi dengan *external entity*.

4. *Data Flow Diagram Level 1*

DFD Level 1 merupakan penjelasan dari DFD level 0. Pada proses ini dijelaskan proses yang dilakukan pada setiap proses yang terdapat di DFD level 0. Menurut Pratama (2012) level 1 menunjukkan proses-proses utama yang terjadi di dalam sistem yang sedang dibangun.

2.12 Sistem Basis Data

Menurut Marlinda (2004), sistem basis data adalah suatu sistem menyusun dan mengelola *record* menggunakan komputer untuk menyimpan atau merekam serta memelihara dan operasional lengkap sebuah organisasi/perusahaan sehingga mampu menyediakan informasi optimal yang diperlukan pemakai untuk proses mengambil keputusan.

Pada sebuah sistem basis data terdapat komponen-komponen utama yaitu Perangkat Keras (*Hardware*), Sistem Operasi (*Operating System*), Basis Data

(*Database*), Sistem (Aplikasi atau Perangkat Lunak) Pengelola Basis Data (DBMS), Pemakai (*User*), dan Aplikasi (Perangkat Lunak) lain (bersifat opsional).

Menurut Marlinda (2004) kelebihan Sistem Basis Data adalah.

1. Mengurangi kerangkapan data, yaitu data yang sama disimpan dalam berkas data yang berbeda-beda sehingga update dilakukan berulang-ulang.
2. Mencegah ketidak konsistenan.
3. Keamanan data dapat terjaga, yaitu data dapat dilindungi dari pemakai yang tidak berwenang.
4. Integritas dapat dipertahankan.
5. Data dapat dipergunakan bersama-sama.
6. Menyediakan *recovery*.
7. Memudahkan penerapan standarisasi.
8. Data bersifat mandiri (*data independence*).
9. Keterpaduan data terjaga, memelihara keterpaduan data berarti data harus *real time*. Hal ini sangat erat hubungannya dengan pengontrolan kerangkapan data dan pemeliharaan keselarasan data.

Menurut Marlinda(2004) disamping mempunyai kelebihan, Sistem Basis Data Juga mempunyai beberapa kekurangan yaitu.

1. Diperlukan tempat penyimpanan yang besar.
2. Diperlukan tenaga yang terampil dalam mengolah data.

Kerusakan sistem basis data dapat mempengaruhi departemen yang terkait.

2.12.1 Database Management System

Menurut Marlinda (2004), *Database Management System* (DBMS) merupakan kumpulan *file* yang saling berkaitan dan program untuk pengelolanya. Basis Data adalah kumpulan datanya, sedang program pengelolanya berdiri sendiri dalam suatu paket program yang komersial untuk membaca data, menghapus data, dan melaporkan data dalam basis data.

2.12.2 Bahasa-bahasa yang Terdapat dalam DBMS

a. Data Definition Language (DDL)

Pola skema basis data dispesifikasikan dengan satu set definisi yang diekspresikan dengan satu bahasa khusus yang disebut DDL. Hasil kompilasi perintah DDL adalah satu set tabel yang disimpan di dalam file khusus yang disebut data *dictionary/directory*. Menurut Suwono (2012) DDL digunakan untuk mendefinisikan, mengubah, serta menghapus basis data dan objek-objek yang diperlukan dalam basis data, misalnya *tabel*, *view*, *user*, dan sebagainya. Secara umum, DDL yang digunakan adalah CREATE untuk membuat objek baru, USE untuk menggunakan objek, ALTER untuk mengubah objek yang sudah ada, dan DROP untuk menghapus objek. DDL biasanya digunakan oleh *administrator* basis data dalam pembuatan sebuah aplikasi basis data.

b. Data Manipulation Language (DML)

Bahasa yang memperbolehkan pemakai mengakses atau memanipulasi data sebagai yang diorganisasikan sebelumnya model data yang tepat. Menurut Suwono (2012) *Data Manipulation Language* (DML) merupakan bahasa basis

data yang berguna untuk melakukan modifikasi dan pengambilan data pada suatu basis data. Modifikasi data terdiri dari: penambahan (*insert*), pembaruan (*update*) dan penghapusan (*delete*).

c. *Query*

Pernyataan yang diajukan untuk mengambil informasi. Merupakan bagian DML yang digunakan untuk pengambilan informasi. Query adalah bahasa yang dipergunakan untuk melakukan proses permintaan yang diberikan oleh *user* atau pengguna untuk mengambil informasi yang terdapat pada *database* dengan memberikan suatu kriteria tertentu untuk penyaringan data sehingga data yang memenuhi kriteria tersebut yang akan ditampilkan (Widakdo, 2012).

2.12.3 Fungsi DBMS

Menurut Marlinda (2004) DBMS mempunyai beberapa fungsi yaitu.

1. *Data Definition*

DBMS harus dapat mengolah *data definition* atau pendefinisian data.

2. *Data Manipulation*

DBMS harus dapat menangani permintaan-permintaan dari pemakai untuk mengakses data.

3. *Data Security dan Integrity*

DBMS dapat memeriksa *security* dan *integrity* data yang didefinisikan oleh DBA.

4. *Data Recovery dan Concurrency*

a. DBMS harus dapat menangani kegagalan-kegagalan pengaksesan basis data yang dapat disebabkan oleh kesalahan sistem, kerusakan *disk*, dan sebagainya.

- b. DBMS harus dapat mengontrol pengaksesan data yang konkuren yaitu bila satu data diakses secara bersama-sama oleh lebih dari satu pemakai pada saat yang bersamaan.

5. *Data Security dan Integrity*

DBMS harus menyediakan data *dictionary* atau kamus data.

2.12.4 Entity Relationship Diagram

EntityRelationshipDiagram (ERD) merupakan penggambaran hubungan antara beberapa entity yang digunakan untuk merancang database yang akan diperlukan. *EntityRelationshipDiagram* merupakan jaringan yang menggunakan susunan data yang disimpan dari *system* secara abstrak. *DiagramEntitiyRelationaship* ini ditemukan oleh Chen tahun 1976. Tujuan dari *EntityRelationship* adalah untuk menunjukkan objek data dan *relationship* yang ada pada objek tersebut. Disamping itu Model ER ini merupakan salah satu alat untuk perancangan dalam basis data (Harsiti, 2009).