

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN
PERANGKAT LUNAK UNTUK ANALISA JARINGAN KERJA
MENGUNAKAN METODE FUZZY DAN PERT
(Studi Kasus Pembangunan Terminal di Kabupaten Kendal)**

Oleh:

Nanda Hermawan NIM L2F098645

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang

ABSTRAK

Jalur kritis adalah urutan kegiatan yang membutuhkan waktu penyelesaian terlama dari sebuah proyek. Sedangkan waktu penyelesaian terlama tersebut disebut waktu kritis. Urutan dan jalur dari tiap kegiatan dalam sebuah proyek digambarkan dalam sebuah jaringan kerja (project network). Jalur kritis dan waktu kritis ditentukan dengan menganalisa jaringan kerja. Semakin kompleks suatu jaringan kerja maka proses analisisnya akan membutuhkan banyak waktu dan tenaga. Maka diperlukan suatu perangkat lunak untuk membantu proses analisa jaringan kerja agar dapat memproses data dalam jumlah besar secara cepat, dan akurat. Pada tugas akhir ini dibuat suatu perangkat lunak untuk menganalisa jaringan kerja. Perangkat lunak ini diharapkan dapat menerima input berupa sebuah jaringan kerja lengkap dengan parameter waktu dari tiap kegiatan di dalamnya, dan mengeluarkan output berupa waktu kritis dan jalur kritis dalam jaringan kerja tersebut.

Metode analisa jaringan kerja yang digunakan dalam perangkat lunak ini adalah metode fuzzy dan PERT. Metode fuzzy pada dasarnya menggunakan bilangan fuzzy untuk tiap parameter waktu dari kegiatan. Pada proses analisa jaringan kerja metode ini juga menggunakan operasi-operasi bilangan fuzzy. Metode PERT menggunakan satu angka bulat pada tiap parameter waktu dari kegiatan. Analisa metode PERT dilengkapi dengan perhitungan standar deviasi.

Perangkat lunak hasil dari pembuatan tugas akhir ini telah diuji untuk menganalisa proyek pembangunan terminal di Kabupaten Kendal. Perangkat lunak ini berjalan dengan baik dan memenuhi kemampuan yang diinginkan. Selain itu perangkat lunak ini juga telah dapat memberikan hasil perhitungan yang valid untuk metode fuzzy dan PERT.

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam sebuah proyek, penentuan waktu dalam penjadwalan sangatlah penting. Dengan estimasi waktu yang tepat maka proyek tersebut dapat menggunakan waktu secara efisien.

Sebuah proyek dapat dinotasikan dalam bentuk jaringan kerja (project network) dan dapat dianalisa dengan menggunakan metode fuzzy dan PERT (Project Evaluation and Review Technique). Penentuan waktu kritis pada dasarnya ditentukan dengan menghitung waktu yang diperlukan dalam tiap jalur kegiatan, waktu kritis dan jalur kritis didapatkan pada jalur kegiatan dengan durasi terlama.

Sebuah jaringan kerja yang terdiri dari banyak kegiatan dan jalur kegiatan membutuhkan banyak waktu dan tenaga dalam proses analisa. Semakin banyak kegiatan dan jalur kegiatan dalam jaringan kerja maka semakin banyak perhitungan yang harus dilakukan. Masalah ini dapat dipecahkan dengan pembuatan perangkat lunak yang membantu proses analisa jaringan kerja.

1.1 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari umum dari tugas akhir ini adalah untuk merancang dan membuat suatu perangkat lunak untuk menganalisa jaringan kerja dengan metode fuzzy dan PERT.

Sedangkan tujuan khususnya adalah perangkat lunak yang dibuat tersebut dapat dapat menghitung waktu kritis dan jalur kritis pada suatu proyek, serta perangkat lunak dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman Java.

1.2 Pembatasan Masalah

Dalam tugas akhir ini penulis akan membuat batasan permasalahan agar tidak menyimpang dari pokok pembahasan yang sebenarnya. Hal-hal yang

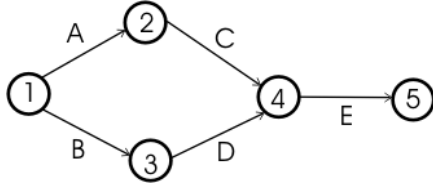
dibuat dan dibahas dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut

1. Membuat perangkat lunak untuk menghitung waktu kritis dalam sebuah proyek dengan menggunakan bahasa pemrograman Java.
2. Perangkat lunak tersebut mempunyai kemampuan utama sebagai berikut :
 - a. Pengguna dapat membuat sebuah jaringan kerja (*project network*)
 - b. Pengguna dapat memilih metode analisa antara metode *fuzzy* dan metode PERT.
 - c. Dapat menentukan waktu mulai tercepat, waktu mulai terlama, waktu selesai tercepat, waktu selesai terlama untuk tiap kegiatan sesuai dengan metode analisa yang dipilih.
 - d. Pada metode PERT, masukan waktu kegiatan ditentukan agar *expected time* berupa satu angka deterministik.
 - e. Dapat menentukan jalur kritis sesuai dengan metode analisa yang dipilih.
 - f. *Project Network* dapat disimpan dalam bentuk file dan dapat dicetak.
3. Jumlah kegiatan dan jalur kegiatan pada jaringan kerja tidak lebih 100 buah dengan asumsi tidak ada jaringan kerja dengan jumlah kegiatan dan jalur kegiatan mencapai 100 buah.
4. Hasil analisa metode fuzzy dan PERT tidak akan dibandingkan karena perangkat lunak hanya berfungsi sebagai alat bantu untuk kedua metode analisa tersebut.
5. Pengujian perangkat lunak akan dilakukan dengan pembuatan jaringan kerja dari data proyek pembangunan terminal di kabupaten Kendal oleh CV. Gajendra.

II DASAR TEORI

2.1 Notasi Jaringan Kerja

Jaringan kerja memiliki 2 komponen utama yaitu simpul (*node*) dan anak panah (*arrow*). Sebuah panah menggambarkan sebuah kegiatan (*activity*). Sedangkan simpul menggambarkan suatu kejadian (*event*).

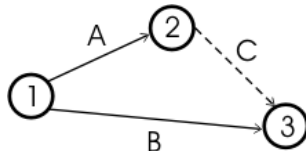


Gambar 2.1 Sebuah contoh jaringan kerja

Keseluruhan proyek diawali dengan sebuah simpul. Akhir dari proyek ditandai dengan sebuah simpul pula. Awal dan akhir suatu kegiatan selalu diapit oleh simpul kejadian. Susunan dari simpul dan anak panah ini menggambarkan urutan dari kegiatan-kegiatan dalam sebuah proyek. Kegiatan A dan B merupakan kegiatan pertama di proyek dan dapat dikerjakan bersamaan. Kegiatan A mengawali kegiatan C dan kegiatan B mengawali kegiatan D. Kegiatan C belum dapat dikerjakan bila pekerjaan A belum selesai dikerjakan.

2.2 Kegiatan Dummy

Tidak diijinkan ada dua kegiatan yang berawal dan berakhir di simpul-simpul yang sama. Untuk menghindari hal ini maka digunakan notasi kegiatan *dummy* yang digambarkan dengan anak panah dengan garis putus-putus.



Gambar 2.2 Kegiatan *dummy*

Kegiatan *dummy* pada gambar di atas menunjukkan bahwa kejadian simpul 3 terjadi setelah kegiatan A dan B diselesaikan.

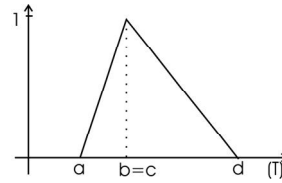
2.3 Kegiatan Start dan Finish

Kegiatan "Start" dan "Finish" merupakan kegiatan dengan durasi 0 yang menandai awal dan berakhirnya jaringan kerja. Kedua kegiatan ini tidak digambarkan dalam jaringan kerja, dan juga disebut sebagai *dummy starting and terminal activities*^[7].

2.4 Metode Fuzzy

2.4.1 Durasi Fuzzy Kegiatan

Durasi kegiatan dinyatakan dalam TFN (*Triangular Fuzzy Number*) seperti yang terlihat pada gambar 2.3 :



Gambar 2.3 Waktu Fuzzy dalam bentuk TFN

Nilai a dikenal sebagai durasi terpendek yang mungkin (*most optimistic time*), d adalah durasi paling lama (*most pessimistic time*) dan b adalah durasi yang paling mungkin (*most likely time*).

Dalam kaitannya dengan manajemen proyek, bilangan *fuzzy* akan dioperasikan antara lain menurut operasi – operasi sebagai berikut :

Misalnya 2 buah TFN $M(a,b,c,d)$ dan $N(e,f,g,h)$

$$M \oplus N = (a + e, b + f, c + g, d + h)$$

$$M \ominus N = (a - h, b - g, c - f, d - e)$$

$$\text{Min}(M,N) = [\Lambda (a,e), \Lambda (b,f), \Lambda (c,g), \Lambda (d,h)]$$

$$\text{Max}(M,N) = [V (a,e), V (b,f), V (c,g), V (d,h)]$$

Dimana \oplus = operasi penjumlahan fuzzy; \ominus = operasi pengurangan fuzzy; V = maksimum; Λ = minimum.

Operasi maksimum dan minimum merupakan perbandingan pada tiap titik dalam dua TFN, dan keluarannya merupakan bilangan-bilangan yang sesuai dengan operasinya (maksimum/minimum). Jadi misalkan $A(1,5,5,6)$ dan $B(3,4,4,7)$, maka $\text{max}(A,B)$ menghasilkan $(3,5,5,7)$.

2.4.2 Parameter Waktu Kegiatan Fuzzy

Untuk mencari jalur kritis, sebelumnya harus dicari parameter-parameter waktu dari tiap kegiatan. Parameter waktu tersebut adalah :

1. FES (*Fuzzy Early Start*)

Waktu mulai paling awal suatu kegiatan dapat dilaksanakan

2. FEF (*Fuzzy Early Finish*)

Waktu selesai paling awal dari suatu kegiatan

3. FLS (*Fuzzy Late Start*)

Waktu paling akhir suatu kegiatan boleh dimulai, yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan

4. FLF (*Fuzzy Late Finish*)

Waktu paling akhir kegiatan boleh selesai tanpa memperlambat penyelesaian proyek.

2.4.3 Fuzzy Forward Pass

Pencarian jalur kritis dan parameter waktu kegiatan dimulai dengan proses *forward pass*, yang menghitung FES dan FEF yang diawali dari awal kegiatan sampai ke akhir kegiatan. FES dan FEF dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$FES_x = \max(FEF_p)$$

$$FEF_x = FES_x \oplus FD_x$$

Dimana FEF_x = waktu mulai tercepat dalam fuzzy dari aktivitas x , p = aktivitas yang mendahului, FEF = waktu selesai tercepat dalam bentuk fuzzy, FD = durasi dari sebuah kegiatan.

2.4.4 Fuzzy Backward Pass

Proses *backward pass* dilakukan untuk mencari FLS dan FLF, diawali dengan kegiatan terakhir sampai dengan kegiatan awal. *Backward pass* dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut :

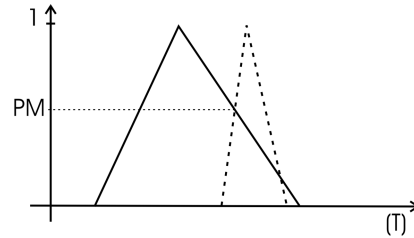
- o FLS dari kegiatan terakhir dalam proyek adalah sama dengan FES-nya (kegiatan terakhir dalam proyek adalah simpul *finish* yang FD-nya adalah (0,0,0,0))
- o Kemudian dihitung $PLF_x = \min (FLS_s)$. Dimana PLF_x = waktu selesai terlama sementara, FLS_s = waktu mulai terlama dari kegiatan sebelumnya (arah dari akhir proyek ke awal)
- o PLF kemudian dikonversi menjadi FLF^u (Batas atas dari waktu selesai terlama) dengan rumus : $A^u = (a,b,c,d) \ominus (0,0,\infty, \infty) = (-\infty,-\infty,c,d)$
- o Dengan FEF (a,b,c,d) dan $FLF^u (-\infty,-\infty,e,f)$ dari suatu kegiatan diketahui maka akan dicari FLF dengan langkah- langkah sebagai berikut :
 - Mencari dari kedua angka tersebut mana yang mempunyai kemiringan ke kanan lebih besar, dengan cara membandingkan $(f - e)$ dengan $(d - c)$.
 - Menghitung Y, yaitu sebuah besaran fuzzy terbesar yang memenuhi syarat : $FEF \oplus Y \subseteq FLF^u$
 - Jika kemiringan ke kanan dari FEF lebih besar $(d - c) > (f - e)$ atau bisa dikatakan lebih tidak pasti maka bagian kanan dari FLF dibuat sama dengan FEF. Dan Y didapat dari: $Y = (f - d, f - d, f - d, f - d)$
 - Jika kemiringan ke kanan dari FLF^u yang lebih besar maka bagian kanan FLF disamakan dengan FLF^u namun bagian kiri disamakan dengan bagian kiri dari FEF. Maka Y adalah : $Y = (e - c, e - c, e - c, f - d)$
- o Kemudian FLF dapat dihitung dengan rumus : $FLF = FEF \oplus Y$
- o Dan FLS kemudian didapat dari penurunan rumus : $FLS \oplus FD = FLF$

2.4.5 Durasi Proyek Metode Fuzzy

Setelah dilakukan pencarian parameter-parameter waktu dari seluruh kegiatan dalam proyek, maka akan ditemukan durasi dari keseluruhan proyek. Durasi dari keseluruhan proyek adalah nilai dari FEF dari kegiatan terakhir pada proyek (pada kegiatan terakhir FEF = FLF).

2.4.6 Penghitungan PM (Possibility Measure) untuk mencari jalur kritis

PM (Possibility Measure) merupakan suatu besaran yang digunakan untuk menghitung tingkat kekritisan dari jalur-jalur aliran kegiatan pada proyek.



Gambar 2.4 Pencarian PM

PM dicari dengan membandingkan 2 besaran durasi *fuzzy*, kemudian dicari perpotongan terbesarnya dari kedua durasi *fuzzy* tersebut (keduanya dalam bentuk TFN). Dalam hal ini yang dibandingkan adalah durasi proyek dengan durasi pada tiap jalur. Dengan demikian nilai PM dari jalur kritis bernilai satu. Durasi pada tiap jalur dicari dengan menjumlahkan seluruh durasi *fuzzy* pada kegiatan-kegiatan dalam jalur tersebut.

2.4.7 Penghitungan Slack

Slack atau *total float* (TF) menunjukkan waktu suatu kegiatan yang dapat ditunda tanpa mempengaruhi total waktu penyelesaian dari seluruh proyek. Pada metode *fuzzy*, *slack* dapat dihitung dengan rumus :

$$TF_x = C_x^{FLS} - C_x^{FES} \text{ atau } TF_x = C_x^{FLF} = C_x^{FEF}$$

Dimana notasi x menunjukkan suatu kegiatan, dan C = nilai centroid.

Sedangkan centroid (C) dari sebuah TFN (a,b,c,d) dapat dihitung dengan rumus :

$$C = \frac{(-a^2 - b^2 + c^2 + d^2 - ab + cd)}{3(-a - b + c + d)}$$

2.5 Metode PERT

Metode PERT digunakan untuk menganalisa jaringan kerja. Metode ini pada dasarnya menggunakan teori probabilitas untuk menentukan parameter waktu kegiatan dan jalur kritis.

2.5.1 Durasi Kegiatan Metode PERT

Durasi kegiatan pada metode PERT dinyatakan dalam tiga bilangan yaitu : waktu tersingkat dalam menyelesaikan suatu kegiatan (*optimistic duration time*), waktu yang paling mungkin suatu kegiatan diselesaikan (*most likely time*), dan waktu paling lama untuk menyelesaikan kegiatan (*pessimistic duration time*).

Dari ketiga waktu tersebut dapat ditentukan ET (*Expected Time*) dari suatu kegiatan yang dihitung dengan rumus :

$$ET = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Dimana a = waktu tersingkat, b = waktu terlama, dan m = waktu paling mungkin.

2.5.2 Parameter Waktu Kegiatan Metode PERT

Parameter-parameter waktu kegiatan pada metode PERT hampir sama dengan metode *fuzzy*. Parameter-parameter ini dijelaskan sebagai berikut :

1. ES (Early Start)
Waktu mulai paling awal suatu kegiatan dapat dilaksanakan
2. EF (Early Finish)
Waktu selesai paling awal dari suatu kegiatan
3. LS (Late Start)
Waktu paling akhir suatu kegiatan boleh dimulai, yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan
4. LF (Late Finish)
Waktu paling akhir kegiatan dapat selesai tanpa memperlambat penyelesaian proyek.

2.5.3 Forward Pass Metode PERT

Proses forward pass dilakukan untuk menghitung EF dan LF dari masing-masing kegiatan pada jaringan kerja. ES dan EF dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$ES_x = \text{nilai terbesar dari } (EF_p)$$

$$EF_x = ES_x + ET_x$$

Notasi p menunjukkan aktivitas yang mendahului, sedangkan notasi x menunjukkan suatu kegiatan pada jaringan kerja.

2.5.4 Backward Pass Metode PERT

Proses backward pass dilakukan untuk menghitung LS dan LF dari tiap kegiatan pada jaringan kerja. Nilai LF dari kegiatan terakhir pada jaringan kerja sama dengan nilai EF-nya. Pencarian LF dan LS tersebut menggunakan rumus sebagai berikut :

$$LF_x = \text{nilai terminimum dari } LS_p$$

$$LS_x = LF_x - ET_x$$

Dimana notasi x menunjukkan suatu kegiatan dan notasi p menunjukkan kegiatan sesudahnya.

2.5.5 Standar Deviasi

Dalam metode PERT, pada tiap kegiatan harus dihitung penyimpangan standar (standar deviasi) terhadap waktu optimis dan pesimis, yang dihitung berdasarkan rumus :

$$\sigma_i = \frac{bi - ai}{6}$$

2.5.6 Penghitungan Slack

Slack atau total float (TF) yang merupakan waktu suatu kegiatan dapat ditunda tanpa mempengaruhi waktu penyelesaian proyek pada metode PERT dapat dihitung dengan rumus :

$$TF = LS - ES \text{ atau } TF = LF - EF$$

2.5.7 Penghitungan Durasi Jalur Kegiatan Untuk Mencari Jalur Kritis

Jalur kritis adalah jalur kegiatan dengan durasi terlama. Durasi jalur kegiatan dapat dicari dengan menjumlahkan durasi pada tiap kegiatan dalam suatu jalur. Jalur kritis juga bisa dicari dengan melihat kegiatan-kegiatan yang memiliki nilai *slack* sama dengan 0.

2.5.8 Penghitungan Standar Deviasi Jalur Kegiatan

Standar deviasi dari suatu jalur kegiatan dicari dengan menjumlahkan kuadrat nilai standar deviasi dari tiap kegiatan dalam jalur tersebut, yang dapat ditulis sebagai berikut :

$$\sigma_{jalur} = \sqrt{(\sigma_{keg1})^2 + (\sigma_{keg2})^2 + \dots + (\sigma_{kegn})^2}$$

Dimana notasi σ melambangkan standar deviasi.

2.6 Notasi Pada Simpul

Pada simpul – simpul dalam jaringan kerja diletakkan beberapa notasi yang menunjukkan antara lain : kode simpul, nilai ES dari kegiatan – kegiatan sesudahnya serta waktu LF dari kegiatan-kegiatan sebelumnya untuk metode PERT. Sedangkan untuk metode fuzzy nilai ES dan LF diganti dengan waktu tengah dari FES dan FLF karena nilai FES dan FLF terdiri dari 3 bilangan (TFN).



Gambar 2.5 Notasi pada simpul

III PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PERANGKAT LUNAK

3.1 Tahap Requirement

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui apa yang sebenarnya dibutuhkan pengguna. Detail dari apa yang diinginkan dari perangkat lunak ini adalah sebagai berikut :

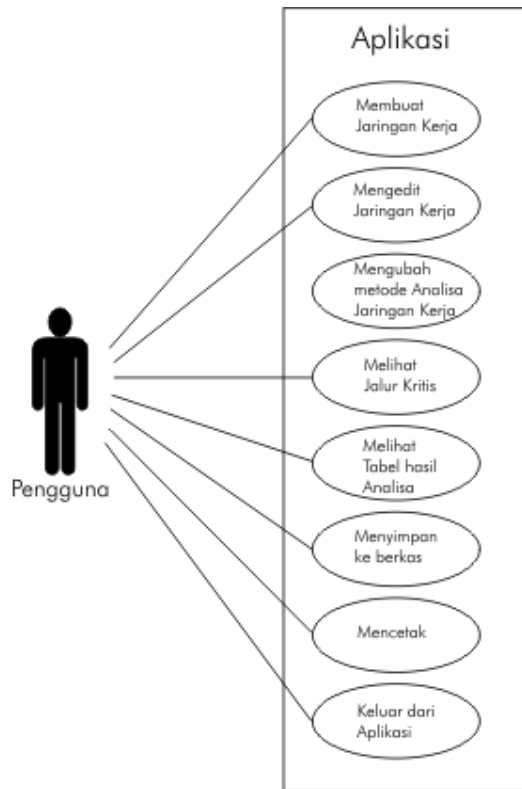
1. Pengguna menginginkan keluaran berupa informasi jalur kritis dan waktu kritis dari sebuah jaringan kerja sebagai masukan.
2. Pengguna harus dapat membuat suatu jaringan kerja pada perangkat lunak secara visual dengan menggunakan mouse atau keyboard.
3. Komponen – komponen jaringan kerja harus bisa diperbarui letaknya oleh pengguna
4. Komponen kegiatan harus bisa diperbarui nilai waktunya.
5. Pengguna dapat memilih antara metode fuzzy dan metode PERT untuk menganalisa jaringan kerja
6. Perangkat lunak harus bisa menunjukkan jalur kritis secara visual pada jaringan kerja yang telah dibuat.
7. Perangkat lunak harus dapat menampilkan tabel hasil analisa jaringan kerja baik dalam metode fuzzy maupun metode PERT.
8. Jaringan kerja dapat disimpan dalam berkas serta dicetak melalui printer.
9. Tabel hasil analisa dapat dicetak melalui printer.

3.2 Tahap Analisis

Tahap analisis bertujuan untuk mendapatkan definisi yang jelas mengenai fungsi dari sebuah perangkat lunak.

3.2.1 Diagram Use – Case

Diagram *use-case* menyatakan fungsi aplikasi secara keseluruhan. Diagram ini dibuat dengan melihat interaksi antara aplikasi dengan pengguna.

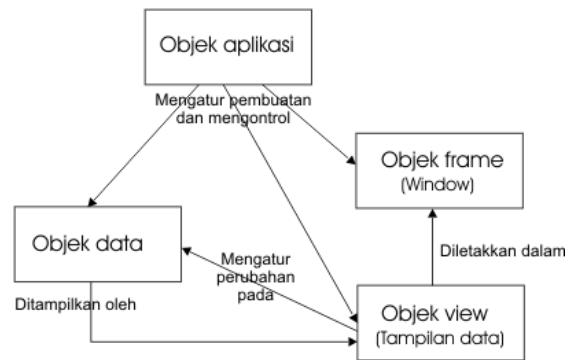


Gambar 3.1 Permodelan *use-case* dari aplikasi jalur kritis

3.2.2 Penentuan Objek-Objek

Perangkat lunak yang akan dibuat memerlukan 4 objek utama yaitu :

1. Objek tampilan untuk mengatur penampilan data pada layar serta interaksi dengan pengguna. Objek ini juga menerapkan interface Observer sehingga dapat memperbarui tampilan bila objek data (sebagai Observable) berubah.
2. Objek data sebagai representasi non grafis dari jaringan kerja yang ditampilkan di layar oleh objek tampilan. Objek ini menerapkan interface Observable sehingga perubahan pada objek data ini akan memicu perubahan pada objek tampilan yang berfungsi sebagai Observer.
3. Objek frame yang berfungsi sebagai *window*, tempat menu utama dan objek tampilan diletakkan.
4. Objek aplikasi yang berfungsi sebagai pengontrol utama yang menginisialisasi dan mengatur kondisi awal dari objek – objek lain pada aplikasi ini.



Gambar 3.2 Arsitektur Utama Perangkat Lunak

3.2.2.2 Antar Muka Dengan Pengguna

Objek-objek yang berhubungan dengan tampilan perangkat lunak untuk berinteraksi dengan pengguna adalah sebagai berikut :

a. Objek Frame

Pada frame akan diletakkan tombol – tombol yang berfungsi sebagai menu pilihan bagi pengguna. Sedangkan di bagian tengah dari frame akan diletakkan objek tampilan, di mana komponen-komponen dari jaringan kerja di buat dan ditampilkan.

b. Objek Tampilan

Objek tampilan yang digunakan untuk menampilkan komponen jaringan kerja dan untuk mengatur interaksi dengan pengguna yang akan membuat, atau mengubah jaringan kerja tersebut. Objek tampilan ini akan diletakkan pada bagian tengah dari frame.

Pada objek view dilakukan pengaturan untuk penggunaan mouse. Operasi – operasi tersebut adalah :

1. Klik kiri mouse satu kali untuk meletakkan simpul kejadian
2. Klik kanan satu kali pada sebuah simpul dan sekali lagi pada simpul yang lain akan menghubungkan kedua simpul tersebut
3. Klik kiri diteruskan dengan mengeser mouse tanpa melepaskan tombol kiri mouse (*drag*) untuk memindahkan letak simpul. Arah panah kegiatan akan menyesuaikan dengan perpindahan simpul.
4. Klik kiri dua kali pada panah kegiatan akan mengedit parameter waktu dari kegiatan tersebut.
5. Klik kanan satu kali pada simpul atau panah akan memilih komponen tersebut yang berfungsi pada saat akan menghapus suatu komponen.
6. Menekan tombol Delete pada keyboard dalam keadaan sebuah komponen terpilih akan menghapus komponen tersebut. Pemilihan komponen dilakukan sesuai operasi nomor 5.
7. Klik kanan satu kali pada tempat kosong akan memperbarui tampilan jaringan kerja pada layar, misalnya saat hendak melihat tampilan jalur kritis.

c. Objek Kotak Dialog

Untuk melakukan proses edit diperlukan sebuah kotak dialog, yang akan muncul saat pengguna selesai melakukan klik dua kali. Pada kotak dialog yang muncul ini pengguna dapat mengedit nama, waktu tercepat, waktu tengah, dan waktu terlama kegiatan.

d. Objek Frame Tabel

Dalam hal menampilkan tabel hasil analisa diperlukan sebuah frame (window) yang berisi dua buah tabel. Sebuah tabel berisi analisa dari kegiatan-kegiatan dalam jaringan kerja, dan sebuah lagi berisi tabel analisa dari jalur-jalur kegiatan yang ada dalam jaringan kerja. Perangkat lunak dapat menampilkan hasil analisa dari dua metode analisa jaringan kerja yaitu metode *fuzzy* dan metode PERT.

3.2.2.3 Struktur Data

Objek-objek yang berhubungan dengan susunan data pada perangkat lunak adalah sebagai berikut :

a. Objek Data

Objek data berperan sebagai representasi data dari jaringan kerja yang dibuat. Jaringan kerja terdiri dari komponen – komponen panah dan simpul yang dibagi menjadi dua objek yaitu objek panah dan objek simpul. Kedua objek itu pulalah yang membentuk objek data ini. Objek data menyimpan kedua jenis komponen ini dalam bentuk Vector, yaitu Vector panah yang berisi objek panah (kegiatan) dan Vector simpul yang berisi objek simpul (kejadian). Objek simpul dan objek panah mempunyai menyimpan data tersendiri yang menyatakan hubungan antar objek yang membentuk jaringan kerja.

b. Objek Simpul

Objek simpul merepresentasikan sebuah simpul dalam jaringan kerja. Objek simpul ini disimpan dalam sebuah Vector, pada Objek Data. Objek simpul (kejadian) menyimpan sebuah Vector berisi kegiatan – kegiatan sebelum dan sebuah Vector berisi kegiatan-kegiatan sesudah.

c. Objek Panah

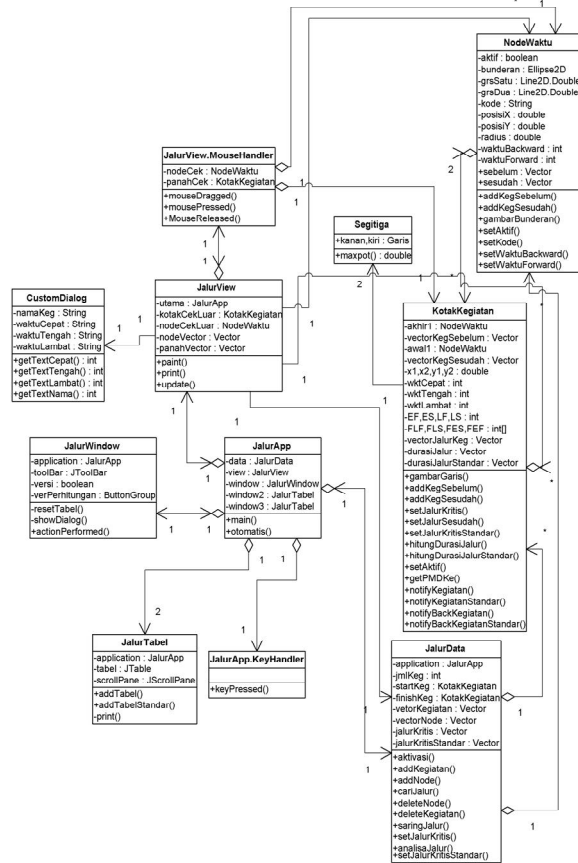
Objek panah merupakan representasi dari sebuah kegiatan pada jaringan kerja, yang dilambangkan dengan sebuah panah. Objek ini juga disimpan dalam sebuah Vector, pada objek Data. Objek panah (kegiatan) menyimpan Vector berisi kegiatan – kegiatan sebelum dan Vector berisi kegiatan – kegiatan sesudah. Objek panah ini juga menyimpan data berupa simpul awal (simpul di mana panah kegiatan itu berawal) dan simpul akhir (simpul di mana panah kegiatan berakhir).

3.3 Tahap Desain

Pada tahap ini ditentukan bagaimana bentuk suatu perangkat lunak agar dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang telah ditunjukkan pada tahap sebelumnya.

3.3.1 Diagram Kelas

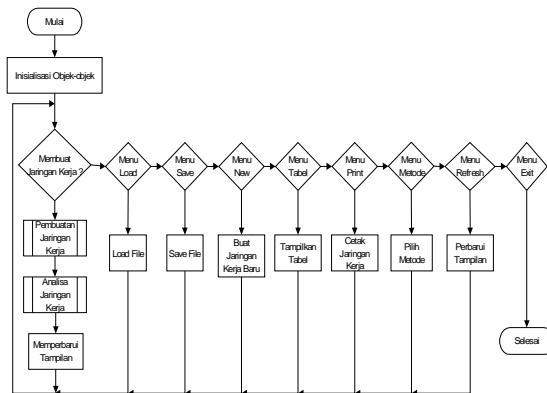
Pada langkah ini, dibuat suatu diagram kelas yang memasukkan unsur *field* dan *method* dari tiap kelas.



Gambar 3.1 Diagram Kelas

3.3.2 Diagram Alir

Untuk lebih memahami cara kerja perangkat lunak maka perlu dibuat suatu diagram alir. Diagram utama dari perangkat lunak adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Diagram alir logika perangkat lunak

IV PENGUJIAN DAN EVALUASI PERANGKAT LUNAK

4.1 Pengujian

Pengujian perangkat lunak akan dilakukan dengan pembuatan jaringan kerja untuk proyek pembangunan terminal Kabupaten Kendal. Pengujian dilakukan pada fitur-fitur perangkat lunak mulai dari pembuatan jaringan kerja, pengeditan, dan analisa jaringan kerja yang akan menghasilkan tabel hasil analisa. Di samping itu akan diuji kecepatan analisa perangkat lunak untuk jaringan kerja dengan jumlah kegiatan dan jalur kegiatan yang beragam.

4.1.1 Pembuatan Jaringan Kerja

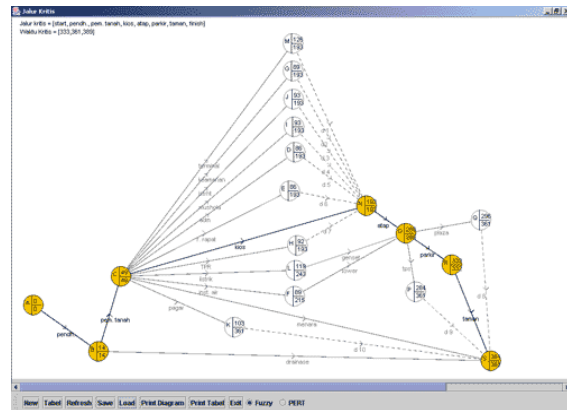
Jaringan kerja dibuat berdasarkan durasi kegiatan pada proyek pembangunan terminal di Kabupaten Kendal oleh CV. Gajendra. Tabel durasi kegiatan dari proyek tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 4-1 Tabel durasi kegiatan proyek pembangunan terminal Kabupaten Kendal

Kegiatan	Kegiatan Pendahulu	Keterangan Kegiatan	Waktu Cepat	Waktu Tengah	Waktu Lambat
1	-	Pekerjaan pendahuluan	12	14	16
2	1	Pekerjaan pematangan tanah	32	35	38
3	2	Pekerjaan kantor terminal	67	77	87
4	2	Pekerjaan kios/toko	134	144	154
5	2	Pekerjaan ruang mushola + wudhu	38	44	50
6	2	Pekerjaan kantor keamanan + gudang + staff	34	40	46
7	2	Pekerjaan ruang peristirahatan + km/wc	40	44	48
8	2	Pekerjaan ruang administrasi + loket	32	37	42
9	2	Pekerjaan ruang rapat + perwkd + informasi	32	37	42
10	11	Pekerjaan plaza	20	28	36
11	3,4,5,6,7,8,9	Pekerjaan atap	70	75	80
12	2	Pekerjaan tower air	50	53	56
13	2	Pekerjaan menara	55	59	63
14	2	Pekerjaan pos TPR	40	43	46
15	1	Pekerjaan drainase	60	66	72
16	2	Pekerjaan instalasi air bersih	30	40	50
17	2	Pekerjaan listrik	65	70	75
18	2	Pekerjaan pagar terminal	50	54	58
19	17	Pekerjaan genset dan rumah genset	21	25	29
20	11	Pekerjaan area parkir	60	64	68

21	20	Pekerjaan lanscaping taman	25	29	33
22	11	Pekerjaan TPS	12	16	20

Dengan mengacu pada tabel durasi kegiatan di atas, dibuat suatu jaringan kerja pada perangkat lunak. Komponen simpul kejadian diletakkan dengan menekan tombol *mouse* kiri satu kali. Sedangkan komponen kegiatan diletakkan dengan menekan tombol *mouse* kanan satu kali pada simpul awal dan satu kali lagi pada simpul kedua. Maka kegiatan akan menghubungkan kedua simpul tersebut. Tampilan jaringan kerja yang dibuat adalah sebagai berikut :



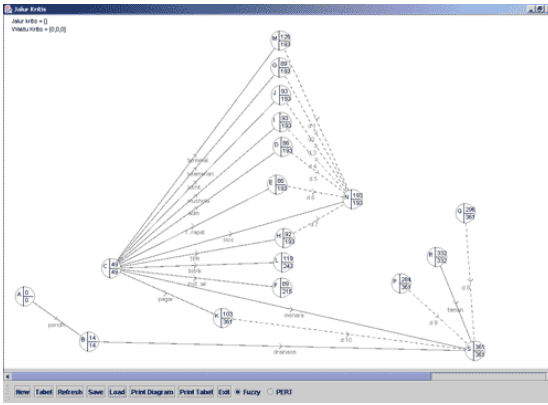
Gambar 4.1 Gambar tampilan jaringan kerja yang dibuat pada perangkat lunak

4.1.1.1 Pengeditan Kegiatan

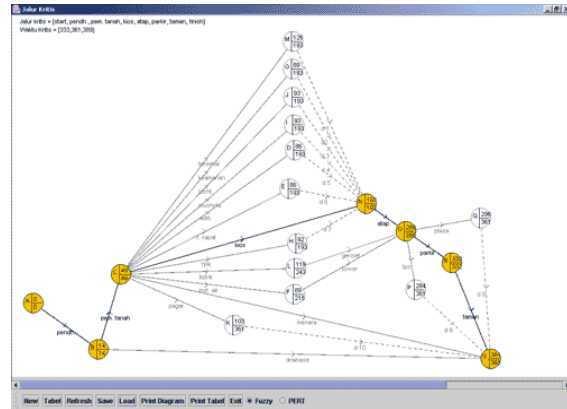
Pengeditan kegiatan dilakukan dengan menekan tombol kiri *mouse* dua kali pada bagian tengah (gambar panah) dari komponen kegiatan. Saat pertama kali komponen kegiatan diletakkan nilainya durasi waktunya adalah (1,2,3) dan nama kegiatannya adalah “keg”, maka tiap kegiatan harus di edit terlebih dahulu. Jaringan kerja pada gambar 4.1 dapat dibuat setelah tiap kegiatan di edit durasi dan nama kegiatannya. Kegiatan *dummy* didapatkan dengan memberi durasi (0,0,0), dan akan ditampilkan dengan garis putus-putus.

4.1.1.2 Penghapusan Komponen Jaringan Kerja

Penghapusan komponen jaringan kerja dilakukan dengan menekan tombol *mouse* kanan atau kiri satu kali pada komponen jaringan kerja. Bila komponen kegiatan maka hanya kegiatan tersebut yang akan dihapus, namun bila komponen simpul maka kegiatan-kegiatan yang bersinggungan dengan simpul tersebut akan ikut dihapus. Hubungan antar komponen yang bersangkutan juga ikut dihapus. Berikut ini adalah gambar jaringan kerja setelah sebuah komponen kegiatan dan sebuah komponen simpul dihapus. Jalur kritis pada gambar di bawah ini tidak bisa ditampilkan karena jaringan kerja tidak memenuhi syarat dimulai pada satu simpul dan berakhir pada satu simpul lainnya.



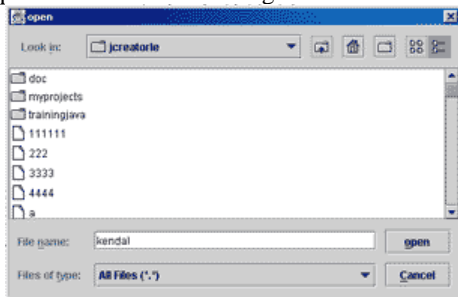
Gambar 4.2 Gambar jaringan kerja setelah satu komponen kegiatan dan simpul dihapus



Gambar 4.4 Gambar jalur kritis hasil analisa metode fuzzy

4.1.1.3 Penyimpanan dan Pengambilan Kembali Jaringan Kerja

Jaringan kerja yang telah dibuat tersebut dapat disimpan dengan memilih menu *save*. Jaringan kerja yang telah dibuat pada gambar 4.1.1 di simpan dalam file bernama “kendal” dan setelah disimpan perangkat lunak ditutup, setelah itu perangkat lunak dibuka kembali dengan menu *load*. Jaringan kerja hasil dari pengambilan kembali mempunyai tampilan yang sama dengan saat sebelum di simpan. Tampilan *window* pada saat pemilihan file adalah sebagai berikut :



Gambar 4.3 Gambar window pemilihan file saat proses pengambilan

4.1.1.4 Proses Mencetak

Jaringan kerja dapat dicetak dengan memilih menu “Print Diagram” sedangkan tabel hasil analisa dicetak dengan memilih menu “Print Tabel”.

4.1.2 Analisa Jaringan Kerja Metode Fuzzy

Analisa jaringan kerja metode fuzzy dapat dilakukan dengan memilih *radio button* dengan label “fuzzy” pada menu. Jalur kritis dapat ditampilkan secara otomatis bila jaringan kerja sudah memenuhi syarat dimulai pada satu simpul dan berakhir pada satu simpul lainnya. Jalur kritis ditampilkan dengan komponen kegiatan berwarna hitam dan komponen simpul berwarna oranye. Tampilan jalur kritis hasil metode fuzzy dapat dilihat pada gambar 4.4 di bawah ini.

Pada bagian kiri atas dari tampilan dapat dilihat nama-nama kegiatan yang terdapat pada jalur kritis. Nama-nama kegiatan yang ditampilkan tersebut adalah : start, pendh., pem.tanah, kios, atap, parkir, taman, finish. Sedangkan waktu kritisnya (333,361,389) hari.

Tabel hasil perhitungan dari analisa metode fuzzy dapat ditampilkan dengan menekan tombol “Tabel” pada menu. Tampilan tabel hasil analisa tersebut adalah sebagai berikut :

aktivitas	ES	EF	LS	LF	DF
start	0	0	0	0	0
pendh.	0	1	0	1	0
pem.tanah	1	2	1	2	0
kios	2	3	2	3	0
atap	3	4	3	4	0
parkir	4	5	4	5	0
taman	5	6	5	6	0
finish	6	6	6	6	0

Gambar 4.5 Tampilan tabel hasil analisa metode fuzzy

Sedangkan hasil analisa metode fuzzy tersebut dapat dilihat pada tabel 4-2 (dengan satuan hari) :

Tabel 4-2 Tabel hasil analisa kegiatan metode fuzzy

Nama Keg.	Durasi (hari)	FES (hr)	FEF (hr)	FLS (hr)	FLF (hr)	Slack(hr)
Start	(0,0,0)	(0,0,0)	(0)(0)(0)	(0)(0)(0)	(0)(0)(0)	0.00
pendh.	(12,14,16)	(0,0,0)	(12)(14)(16)	(0)(0)(0)	(12)(14)(16)	0.00
pem. tanah	(32,35,38)	(12,14,16)	(44)(49)(54)	(12)(14)(16)	(44)(49)(54)	0.00
kios	(134,144,154)	(44,49,54)	(178)(193)(208)	(44)(49)(54)	(178)(193)(208)	0.00
terminal	(67,77,87)	(44,49,54)	(111)(126)(141)	(111)(116)(121)	(178)(193)(208)	67.00
mushola	(38,44,50)	(44,49,54)	(82,93,104)	(144,149,158)	(182,193,208)	101.00
adm	(32,37,42)	(44,49,54)	(76,86,96)	(151,156,166)	(183,193,208)	108.00
inst. air	(30,40,50)	(44,49,54)	(74,89,104)	(170,175,182)	(200,215,232)	126.00
pagar	(50,54,58)	(44,49,54)	(94,103,112)	(302,307,331)	(352,361,389)	264.00
r. rapat	(32,37,42)	(44,49,54)	(76,86,96)	(151,156,166)	(183,193,208)	108.00
keamanan	(34,40,46)	(44,49,54)	(78,89,100)	(148,153,162)	(182,193,208)	105.00
istrht	(40,44,48)	(44,49,54)	(84,93,102)	(144,149,160)	(184,193,208)	102.00
TPR	(40,43,46)	(44,49,54)	(84,92,100)	(145,150,162)	(185,193,208)	103.00
listrik	(65,70,75)	(44,49,54)	(109,119,129)	(168,173,184)	(233,243,259)	126.00
atap	(70,75,80)	(178,193,208)	(248,268,288)	(178,193,208)	(248,268,288)	0.00
d 6	(0,0,0)	(76,86,96)	(76,86,96)	(183,193,208)	(183,193,208)	108.00
d 7	(0,0,0)	(84,92,100)	(84,92,100)	(185,193,208)	(185,193,208)	103.00
d 5	(0,0,0)	(76,86,96)	(76,86,96)	(183,193,208)	(183,193,208)	108.00
d 4	(0,0,0)	(82,93,104)	(82,93,104)	(182,193,208)	(182,193,208)	101.00
d 3	(0,0,0)	(84,93,102)	(84,93,102)	(184,193,208)	(184,193,208)	102.00
d2	(0,0,0)	(78,89,100)	(78,89,100)	(182,193,208)	(182,193,208)	105.00
d 1	(0,0,0)	(111,126,141)	(111,126,141)	(178,193,208)	(178,193,208)	67.00
genset	(21,25,29)	(109,119,129)	(130,144,158)	(233,243,259)	(254,268,288)	126.00
tower	(50,53,56)	(74,89,104)	(124,142,160)	(200,215,232)	(250,268,288)	126.00
plaza	(20,28,36)	(248,268,288)	(268,296,324)	(313,333,353)	(333,361,389)	65.00
parkir	(60,64,68)	(248,268,288)	(308,332,356)	(248,268,288)	(308,332,356)	0.00
tps	(12,16,20)	(248,268,288)	(260,284,308)	(325,345,369)	(337,361,389)	78.00
taman	(25,29,33)	(308,332,356)	(333,361,389)	(308,332,356)	(333,361,389)	0.00
d 8	(0,0,0)	(268,296,324)	(268,296,324)	(333,361,389)	(333,361,389)	65.00
d 9	(0,0,0)	(260,284,308)	(260,284,308)	(337,361,389)	(337,361,389)	78.00
drainase	(60,66,72)	(12,14,16)	(72,80,88)	(293,295,317)	(353,361,389)	287.00
menara	(55,59,63)	(44,49,54)	(99,108,117)	(297,302,326)	(352,361,389)	259.00
d10	(0,0,0)	(94,103,112)	(94,103,112)	(352,361,389)	(352,361,389)	264.00
finish	(0,0,0)	(333,361,389)	(333,361,389)	(333,361,389)	(333,361,389)	0.00

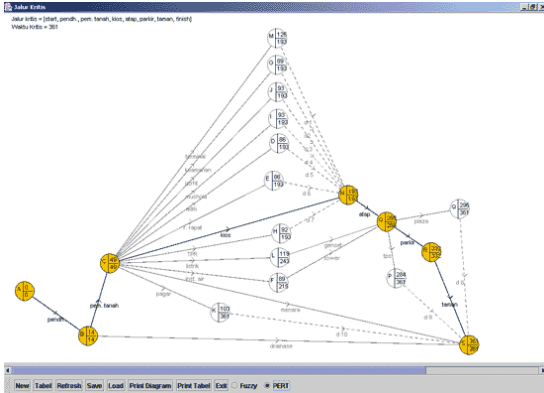
Tabel 4-3 Tabel hasil analisa jalur metode fuzzy

No	Jalur Kegiatan	Durasi	PM
1	(start)(pendh.)(drainase)(finish)	(72)(80)(88)	0.00
2	(start)(pendh.)(pem. tanah)(menara)(finish)	(99)(108)(117)	0.00
3	(start)(pendh.)(pem. tanah)(listrik)(genset)(tps)(d 9)(finish)	(142)(160)(178)	0.00
4	(start)(pendh.)(pem. tanah)(TPR)(d 7)(atap)(tps)(d 9)(finish)	(166)(183)(200)	0.00
5	(start)(pendh.)(pem. tanah)(istrht)(d 3)(atap)(tps)(d 9)(finish)	(166)(184)(202)	0.00
6	(start)(pendh.)(pem. tanah)(keamanan)(d2)(atap)(tps)(d 9)(finish)	(160)(180)(200)	0.00
7	(start)(pendh.)(pem. tanah)(r. rapat)(d 6)(atap)(tps)(d 9)(finish)	(158)(177)(196)	0.00
8	(start)(pendh.)(pem. tanah)(adm)(d 5)(atap)(tps)(d 9)(finish)	(158)(177)(196)	0.00
9	(start)(pendh.)(pem. tanah)(mushola)(d 4)(atap)(tps)(d 9)(finish)	(164)(184)(204)	0.00
10	(start)(pendh.)(pem. tanah)(terminal)(d 1)(atap)(tps)(d 9)(finish)	(193)(217)(241)	0.00
11	(start)(pendh.)(pem. tanah)(kios)(atap)(tps)(d 9)(finish)	(260)(284)(308)	0.00
12	(start)(pendh.)(pem. tanah)(inst. air)(tower)(tps)(d 9)(finish)	(136)(158)(180)	0.00
13	(start)(pendh.)(pem. tanah)(listrik)(genset)(parkir)(taman)(finish)	(215)(237)(259)	0.00
14	(start)(pendh.)(pem. tanah)(TPR)(d 7)(atap)(parkir)(taman)(finish)	(239)(260)(281)	0.00
15	(start)(pendh.)(pem. tanah)(istrht)(d 3)(atap)(parkir)(taman)(finish)	(239)(261)(283)	0.00
16	(start)(pendh.)(pem. tanah)(keamanan)(d2)(atap)(parkir)(taman)(finish)	(233)(257)(281)	0.00
17	(start)(pendh.)(pem. tanah)(r. rapat)(d 6)(atap)(parkir)(taman)(finish)	(231)(254)(277)	0.00
18	(start)(pendh.)(pem. tanah)(adm)(d 5)(atap)(parkir)(taman)(finish)	(231)(254)(277)	0.00
19	(start)(pendh.)(pem. tanah)(mushola)(d 4)(atap)(parkir)(taman)(finish)	(237)(261)(285)	0.00
20	(start)(pendh.)(pem. tanah)(terminal)(d 1)(atap)(parkir)(taman)(finish)	(266)(294)(322)	0.00
21	(start)(pendh.)(pem. tanah)(kios)(atap)(parkir)(taman)(finish)	(333)(361)(389)	1.00
22	(start)(pendh.)(pem. tanah)(inst. air)(tower)(parkir)(taman)(finish)	(209)(235)(261)	0.00
23	(start)(pendh.)(pem. tanah)(listrik)(genset)(plaza)(d 8)(finish)	(150)(172)(194)	0.00
24	(start)(pendh.)(pem. tanah)(TPR)(d 7)(atap)(plaza)(d 8)(finish)	(174)(195)(216)	0.00
25	(start)(pendh.)(pem. tanah)(istrht)(d 3)(atap)(plaza)(d 8)(finish)	(174)(196)(218)	0.00
26	(start)(pendh.)(pem. tanah)(keamanan)(d2)(atap)(plaza)(d 8)(finish)	(168)(192)(216)	0.00
27	(start)(pendh.)(pem. tanah)(r. rapat)(d 6)(atap)(plaza)(d 8)(finish)	(166)(189)(212)	0.00
28	(start)(pendh.)(pem. tanah)(adm)(d 5)(atap)(plaza)(d 8)(finish)	(166)(189)(212)	0.00
29	(start)(pendh.)(pem. tanah)(mushola)(d 4)(atap)(plaza)(d 8)(finish)	(172)(196)(220)	0.00
30	(start)(pendh.)(pem. tanah)(terminal)(d 1)(atap)(plaza)(d 8)(finish)	(201)(229)(257)	0.00
31	(start)(pendh.)(pem. tanah)(kios)(atap)(plaza)(d 8)(finish)	(268)(296)(324)	0.00
32	(start)(pendh.)(pem. tanah)(inst. air)(tower)(plaza)(d 8)(finish)	(144)(170)(196)	0.00
33	(start)(pendh.)(pem. tanah)(pagar)(d 10)(finish)	(94)(103)(112)	0.00

4.1.3 Analisa Jaringan Kerja Metode PERT

Analisa jaringan kerja metode PERT dapat dilakukan dengan cara memilih *radio button* pada pilihan "Standard". Sama seperti analisa dalam metode fuzzy, bila jaringan kerja telah memenuhi syarat maka otomatis jaringan kerja akan dianalisa dan jalur kritis akan ditampilkan.

Pada pembuatan jaringan kerja yang diujikan, jalur kritis dari metode PERT dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4.6 Tampilan hasil analisa metode PERT

Pada sudut kiri atas ditampilkan nama-nama kegiatan pada jalur kritis. Kegiatan-kegiatan tersebut adalah : start, pendh., pem. tanah, kios, atap, parkir, taman, finish. Sedangkan waktu kritisnya adalah 361 hari.

Tampilan dari tabel hasil analisa dari metode PERT dapat dilihat pada gambar berikut ini :

Nama Kegiatan	Durasi	ES	EF	LS	LF	StandarDev	Slack
start	0	0	0	0	0	0.00	0.00
pendh.	14	0	14	0	14	0.67	0.00
pem. tanah	35	14	49	14	49	1.00	0.00
kios	144	49	193	49	193	3.33	0.00
terminal	77	49	126	116	193	3.33	67.00
mushola	44	49	93	149	193	2.00	100.00
adm	37	49	86	156	193	1.67	107.00
inst. air	40	49	89	153	193	1.67	104.00
pagar	54	49	103	167	193	1.67	90.00
r. rapat	37	49	86	156	193	1.67	107.00
keamanan	40	49	89	153	193	1.67	104.00
istrt	44	49	93	149	193	1.67	100.00
TPR	43	49	92	150	193	1.67	101.00
listrik	70	49	119	173	193	1.67	74.00
atap	75	193	268	268	268	1.67	0.00
d2	0	268	268	268	268	0.00	0.00
d3	0	268	268	268	268	0.00	0.00
d4	0	268	268	268	268	0.00	0.00
d5	0	268	268	268	268	0.00	0.00
d6	0	268	268	268	268	0.00	0.00
d7	0	268	268	268	268	0.00	0.00
d8	0	268	268	268	268	0.00	0.00
d9	0	268	268	268	268	0.00	0.00
d10	0	268	268	268	268	0.00	0.00
gense	25	119	144	243	268	1.33	124.00
tower	53	89	142	215	268	1.00	126.00
plaza	28	268	296	333	361	2.67	65.00
parkir	64	268	332	268	332	1.33	0.00
tps	16	268	284	345	361	1.33	77.00
taman	29	332	361	332	361	1.33	0.00
d8	0	296	296	361	361	0.00	65.00
d9	0	284	284	361	361	0.00	77.00
drainase	66	14	80	295	361	2.00	281.00
menara	59	49	108	302	361	1.33	253.00
d10	0	103	103	361	361	0.00	258.00
finish	0	361	361	361	361	0.00	0.00

Gambar 4.7 Tampilan tabel hasil analisa metode PERT

Sedangkan hasil analisa jaringan kerja dari metode PERT dapat dilihat pada tabel berikut ini (dalam satuan hari) :

Tabel 4-4 Tabel hasil analisa kegiatan metode PERT

Nama Keg.	Durasi (hr)	ES (hr)	EF (hr)	LS (hr)	LF (hr)	Standar Dev.	Slack (hr)
Start	0	0	0	0	0	0.00	0
pendh.	14	0	14	0	14	0.67	0
pem. tanah	35	14	49	14	49	1.00	0
Kios	144	49	193	49	193	3.33	0
Terminal	77	49	126	116	193	3.33	67
Mushola	44	49	93	149	193	2.00	100
Adm	37	49	86	156	193	1.67	107

inst. Air	40	49	89	175	215	3.33	126
Pagar	54	49	103	307	361	1.33	258
r. rapat	37	49	86	156	193	1.67	107
keamanan	40	49	89	153	193	2.00	104
istrt	44	49	93	149	193	1.33	100
TPR	43	49	92	150	193	1.00	101
listrik	70	49	119	173	243	1.67	124
atap	75	193	268	193	268	1.67	0
d 6	0	86	86	193	193	0.00	107
d 7	0	92	92	193	193	0.00	101
d 5	0	86	86	193	193	0.00	107
d 4	0	93	93	193	193	0.00	100
d 3	0	93	93	193	193	0.00	100
d2	0	89	89	193	193	0.00	104
d 1	0	126	126	193	193	0.00	67
gense	25	119	144	243	268	1.33	124
tower	53	89	142	215	268	1.00	126
plaza	28	268	296	333	361	2.67	65
parkir	64	268	332	268	332	1.33	0
tps	16	268	284	345	361	1.33	77
taman	29	332	361	332	361	1.33	0
d 8	0	296	296	361	361	0.00	65
d 9	0	284	284	361	361	0.00	77
drainase	66	14	80	295	361	2.00	281
menara	59	49	108	302	361	1.33	253
d10	0	103	103	361	361	0.00	258
finish	0	361	361	361	361	0.00	0

Tabel 4-5 Tabel hasil analisa jalur metode PERT

No.	Jalur Keg.	Durasi	Standar Dev.
1	(start)(pendh.)(drainase)(finish)	80	2.11
2	(start)(pendh.)(pem. tanah)(menara)(finish)	108	1.80
3	(start)(pendh.)(pem. tanah)(listrik)(gense)(tps)(d 9)(finish)	160	2.79
4	(start)(pendh.)(pem. tanah)(TPR)(d 7)(atap)(tps)(d 9)(finish)	183	2.65
5	(start)(pendh.)(pem. tanah)(istrt)(d 3)(atap)(tps)(d 9)(finish)	184	2.79
6	(start)(pendh.)(pem. tanah)(keamanan)(d2)(atap)(tps)(d 9)(finish)	180	3.16
7	(start)(pendh.)(pem. tanah)(r. rapat)(d 6)(atap)(tps)(d 9)(finish)	177	2.96
8	(start)(pendh.)(pem. tanah)(adm)(d 5)(atap)(tps)(d 9)(finish)	177	2.96
9	(start)(pendh.)(pem. tanah)(mushola)(d 4)(atap)(tps)(d 9)(finish)	184	3.16
10	(start)(pendh.)(pem. tanah)(terminal)(d 1)(atap)(tps)(d 9)(finish)	217	4.14
11	(start)(pendh.)(pem. tanah)(kios)(atap)(tps)(d 9)(finish)	284	4.14
12	(start)(pendh.)(pem. tanah)(inst. air)(tower)(tps)(d 9)(finish)	158	3.92
13	(start)(pendh.)(pem. tanah)(listrik)(gense)(parkir)(taman)(finish)	237	3.09
14	(start)(pendh.)(pem. tanah)(TPR)(d 7)(atap)(parkir)(taman)(finish)	260	2.96
15	(start)(pendh.)(pem. tanah)(istrt)(d 3)(atap)(parkir)(taman)(finish)	261	3.09
16	(start)(pendh.)(pem. tanah)(keamanan)(d2)(atap)(parkir)(taman)(finish)	257	3.43
17	(start)(pendh.)(pem. tanah)(r. rapat)(d 6)(atap)(parkir)(taman)(finish)	254	3.25
18	(start)(pendh.)(pem. tanah)(adm)(d 5)(atap)(parkir)(taman)(finish)	254	3.25
19	(start)(pendh.)(pem. tanah)(mushola)(d 4)(atap)(parkir)(taman)(finish)	261	3.43
20	(start)(pendh.)(pem. tanah)(terminal)(d 1)(atap)(parkir)(taman)(finish)	294	4.35
21	(start)(pendh.)(pem. tanah)(kios)(atap)(parkir)(taman)(finish)	361	4.35
22	(start)(pendh.)(pem. tanah)(inst. air)(tower)(parkir)(taman)(finish)	235	4.14
23	(start)(pendh.)(pem. tanah)(listrik)(gense)(plaza)(d 8)(finish)	172	3.62
24	(start)(pendh.)(pem. tanah)(TPR)(d 7)(atap)(plaza)(d 8)(finish)	195	3.51
25	(start)(pendh.)(pem. tanah)(istrt)(d 3)(atap)(plaza)(d 8)(finish)	196	3.62
26	(start)(pendh.)(pem. tanah)(keamanan)(d2)(atap)(plaza)(d 8)(finish)	192	3.92
27	(start)(pendh.)(pem. tanah)(r. rapat)(d 6)(atap)(plaza)(d 8)(finish)	189	3.76
28	(start)(pendh.)(pem. tanah)(adm)(d 5)(atap)(plaza)(d 8)(finish)	189	3.76
29	(start)(pendh.)(pem. tanah)(mushola)(d 4)(atap)(plaza)(d 8)(finish)	196	3.92
30	(start)(pendh.)(pem. tanah)(terminal)(d 1)(atap)(plaza)(d 8)(finish)	229	4.74
31	(start)(pendh.)(pem. tanah)(kios)(atap)(plaza)(d 8)(finish)	296	4.74
32	(start)(pendh.)(pem. tanah)(inst. air)(tower)(plaza)(d 8)(finish)	170	4.55
33	(start)(pendh.)(pem. tanah)(pagar)(d 10)(finish)	103	1.80

4.1.4 Pengujian Kecepatan Analisa Jaringan Kerja

Pada pengujian ini perangkat lunak diuji dengan membuat 40 jaringan kerja yang berbeda. Jaringan kerja yang dibuat bentuknya acak dan durasi tiap kegiatan sesuai dengan defaultnya yaitu (1,2,3). Dengan mempertimbangkan jumlah kegiatan dan jumlah jalur kegiatan dengan waktu pengolahan dapat dilihat bagaimana kecepatan analisa dari perangkat lunak ini.

Pengujian dilakukan dengan memberikan kode berikut ini pada pemanggilan *method* analisaJalur().

```
try {
    BufferedWriter out = new BufferedWriter
        (new FileWriter("test.txt",true));
    long awal = System.currentTimeMillis();
    model.analisaJalur();
    out.write("Waktu Fuzzy : ");
    out.write(Long.toString(

        (System.currentTimeMillis()-awal)));
    out.write("\r\n");
    out.write("jml keg : "+model.getJmlKeg());
    out.write("jml jalur : "+model.getJmlJalur());
    out.write("\r\n\r\n");
    out.close();
}
catch (IOException ex) {
    System.out.println(ex);
    ex.printStackTrace();
}
```

Waktu pengolahan didapatkan dari selisih waktu sebelum proses analisaJalur() dimulai sampai setelah proses tersebut berakhir. Waktu berada dalam satuan *milisecond*.

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian kecepatan analisa dengan metode fuzzy yang telah diurutkan berdasarkan jumlah jalur kegiatan:

Tabel 4-6 Tabel hasil pengujian kecepatan analisa metode fuzzy

No	Kecepatan (ms)		Jml. Keg.	Jml. Jalur
	Metode Fuzzy	Metode PERT		
1	0	0	8	3
2	0	0	12	6
3	50	50	12	6
4	0	0	16	12
5	0	60	16	12
6	60	50	32	14
7	60	60	32	14
8	0	60	22	15
9	60	0	22	15
10	60	60	19	16
11	0	110	19	16
12	0	60	19	16
13	0	110	24	21
14	60	60	25	21
15	60	280	26	21
16	60	160	25	24
17	0	220	25	24
18	0	110	20	30
19	0	110	20	30
20	0	220	27	36
21	0	160	27	36
22	60	270	47	38
23	0	220	47	38
24	110	390	29	42
25	50	170	28	44
26	60	110	28	44
27	60	220	30	60
28	110	280	30	60
29	50	330	32	68
30	50	280	32	68
31	60	280	48	76
32	50	390	48	76
33	50	320	55	78
34	60	280	55	78
35	50	390	31	80
36	60	440	31	80
37	50	380	69	82
38	110	330	69	82
39	110	280	37	99
40	110	440	37	99

4.2 Evaluasi

4.2.1 Evaluasi Pembuatan Jaringan Kerja

Jaringan kerja dapat dibuat dan ditampilkan dengan baik maka dinilai perangkat lunak telah bekerja dengan baik.

4.2.2 Evaluasi Analisa Metode PERT dan Fuzzy

Tabel hasil analisa metode PERT dan Fuzzy mempunyai nilai yang sama dengan hasil perhitungan secara manual maka perangkat lunak telah melakukan penghitungan dengan baik.

4.2.3 Evaluasi Kecepatan Analisa

Dengan melihat tabel hasil pengujian kecepatan analisa jaringan kerja dengan menggunakan metode fuzzy dan PERT didapatkan hal-hal sebagai berikut :

1. Pada perangkat lunak ini analisa dengan menggunakan metode PERT membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan metode fuzzy. Algoritma pencarian jalur antara metode fuzzy dan PERT adalah sama , sehingga hal ini disebabkan karena karena metode PERT menghitung dulu standar deviasi untuk tiap kegiatan dan untuk tiap jalur.
2. Perangkat lunak ini dapat melakukan proses analisa jaringan kerja kurang dari satu detik. Hal ini didapatkan dengan asumsi bahwa jalur kegiatan suatu proyek nyata tidak melebihi jumlah 100 jalur.

4.2.4 Evaluasi Kesesuaian dengan tahap Requirement

Perangkat lunak dibuat dengan kemampuan-kemampuan sesuai dengan perancangan pada tahap *requirement*. Kesesuaian perangkat lunak yang telah dibuat dengan keinginan pengguna yang telah dispesifikasi pada tahap *requirement*, dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Pengguna menginginkan keluaran berupa informasi jalur kritis dan waktu kritis dari sebuah jaringan kerja sebagai masukan. Perangkat lunak telah dapat memenuhi permintaan ini, yaitu dengan kemampuan menampilkan tabel hasil analisa serta informasi kegiatan-kegiatan pada jalur kritis di sudut kiri atas tampilan jaringan kerja.
2. Pengguna harus dapat membuat suatu jaringan kerja pada perangkat lunak secara visual dengan menggunakan *mouse* atau *keyboard*. Dalam perangkat lunak yang telah dibuat, pengguna dapat membuat jaringan kerja dengan menggunakan *mouse*, dan tombol delete pada keyboard untuk menghapus sebuah komponen.
3. Komponen – komponen jaringan kerja harus bisa diperbarui letaknya oleh pengguna. Letak komponen jaringan kerja dapat digeser sesuai dengan keinginan pengguna dengan men-*drag* simpul-simpul pada jaringan kerja, karena komponen kegiatan menempel pada simpul maka posisi kegiatan akan mengikuti perubahan komponen simpulnya.

4. Komponen kegiatan harus bisa diperbarui nilai waktunya.
Komponen kegiatan pada jaringan kerja dapat diperbarui dengan cara mengklik dua kali pada bagian tengah panah kegiatan. Pengguna dapat memasukkan nilai waktu yang baru pada kotak dialog yang muncul.
5. Pengguna dapat memilih antara metode *fuzzy* dan metode PERT untuk menganalisa jaringan kerja
Pada window utama perangkat lunak, telah disediakan 2 buah *radiobutton* untuk memilih metode analisa apa yang digunakan. Jaringan kerja, serta tabel hasil analisa akan menyesuaikan keluarannya dengan metode yang dipilih ini.
6. Perangkat lunak harus bisa menunjukkan jalur kritis secara visual pada jaringan kerja yang telah dibuat.
Pada perangkat lunak, jaringan kerja dibuat, ditampilkan, dan dapat diperbarui posisinya, semua secara visual jadi pengguna langsung berinteraksi dengan jaringan kerja yang dibuatnya.
7. Perangkat lunak harus dapat menampilkan tabel hasil analisa jaringan kerja baik dalam metode *fuzzy* maupun metode PERT.
Tabel hasil analisa yang dapat ditampilkan perangkat lunak ada 2 macam, dan tergantung apakah pengguna memilih metode analisa *fuzzy* atau PERT.
8. Jaringan kerja dapat disimpan dalam berkas serta dicetak melalui *printer*.
Jaringan kerja yang dibuat dapat disimpan ke dalam berkas, serta dapat diambil kembali. Sehingga pengguna dapat melihat atau mengedit kembali jaringan kerja yang telah dibuat sebelumnya. Jaringan kerja tersebut juga dapat dicetak melalui *printer*.
9. Tabel hasil analisa dapat dicetak melalui *printer*.
Tabel hasil analisa telah dapat dicetak melalui *printer*. Tabel hasil analisa yang dicetak tergantung pada saat mencetak pengguna memilih metode analisa yang mana.
Dari uraian di atas dapat dilihat bahwa perangkat lunak telah sesuai dengan keinginan pengguna yang telah dispesifikasi pada tahap *requirement*.
5. Perangkat lunak telah berjalan dengan baik dan memenuhi *requirement* pada pengujian *alpha* yaitu di lingkungan yang *controllable*.
6. Kode program pada analisis jaringan kerja metode PERT lebih kompleks dibandingkan dengan analisis jaringan kerja metode *fuzzy*.
7. Analisis jaringan kerja dengan metode *fuzzy* membutuhkan waktu lebih sedikit dibandingkan dengan analisis jaringan kerja menggunakan metode PERT.
8. Metode PERT memberikan hasil durasi proyek yang lebih sempit kisaran kemungkinan penyelesaiannya sehingga penjadwalan proyek dapat berjalan lebih akurat.
9. Metode *fuzzy* memberikan hasil nilai *slack* yang lebih lama sehingga memungkinkan suatu kegiatan ditunda lebih lama.
10. Kelemahan perangkat lunak terdapat pada minimnya fasilitas informasi cara pengoperasian, dan perlunya peng-*install-an Java Runtime Environment* (JRE).
11. Perangkat lunak telah digunakan untuk menganalisis jaringan kerja pembangunan terminal di Kabupaten Kendal, dan mendapatkan hasil jalur kritis : pekerjaan pendahuluan, pematangan tanah, pekerjaan kios, pekerjaan atap, pekerjaan area parkir, pekerjaan landscaping taman. Durasi jalur kritis tersebut adalah (333,361,389) hari untuk metode *fuzzy* dan 361 hari untuk metode PERT.

5.2 Saran

Penulis mempunyai beberapa saran untuk mengembangkan perangkat lunak ini :

1. Proses menggambar anak panah kegiatan dapat dikembangkan dengan algoritma yang lebih baik karena masih menggunakan cara *if-else* yang memilah satu dari 8 area sudut kemiringan.
2. Kemampuan *user interface* dari perangkat lunak ini dapat dikembangkan sehingga dapat menggeser dan menghapus beberapa komponen sekaligus dengan pemilihan area yang selama ini digunakan hampir di semua aplikasi grafis.

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari pembuatan tugas akhir ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisis jaringan kerja metode *fuzzy* dan metode PERT yang dilakukan oleh perangkat lunak telah sesuai dengan perhitungan secara manual.
2. Perangkat lunak dapat melakukan analisis jaringan kerja dalam waktu kurang dari 1 detik dengan asumsi sebuah jaringan kerja tidak memiliki jalur lebih dari 100 buah.
3. Perangkat lunak yang dibuat memenuhi spesifikasi kemampuan yang diinginkan pengguna
4. Perangkat lunak dapat menangani semua kelompok input dan mengeluarkan output yang diinginkan dari input-input tersebut

DAFTAR PUSTAKA

1. HANDBOOK ON MANAGEMENT OF PROJECT IMPLEMENTATION, Asian Development Bank, 1986.
2. Horstmann, Cay, COMPUTING CONCEPTS WITH JAVA 2 ESSENTIALS, John Wiley & Sons, Inc. , 1999.
3. Horton, Ivor, BEGINNING JAVA 2, Wrox, 2000.
4. Jogiyanto, ANALISIS DAN DISAIN SISTEM INFORMASI :PENDEKATAN TERSTRUKTUR, Andi Offset, Yogyakarta : 1995
5. Kerzner, Harold, PROJECT MANAGEMENT : A SYSTEMS APPROACH TO PLANNING, SCHEDULING AND CONTROLLING, Van Nostrand Reinhold, 1995.

6. Lorterapong, Pasit, PROJECT NETWORK ANALYSIS USING FUZZY SETS THEORY , Journal of Construction Engineering and Management, 1996.
7. Mares, Milan, COMPUTATION OVER FUZZY QUANTITIES, CRC Press, 1994.
8. Schach, Stephen, CLASSICAL AND OBJECT ORIENTED SOFTWARE ENGINEERING WITH UML AND JAVA, McGraw-Hill, Singapore : 1999.
9. Soeharto, Iman, MANAJEMEN PROYEK, Penerbit Erlangga, Jakarta : 1995.
10. Stinson, Joel et al, QUANTITATIVE APPROACHES TO MANAGEMENT, McGraw-Hill, 1989
11. <http://www.java.sun.com/docs/books/tutorial/>

Nanda Hermawan lahir di Semarang, 22 Agustus 1980. Saat ini sedang menyelesaikan pendidikan Strata-1 di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro sub konsentrasi yang diambil adalah Informatika Komputer.

Semarang, Juni 2003

Pembimbing II

Maman Somantri, ST
NIP. 132 231 133