



GRAHA ILMU

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS DIPONEGORO 2012

**Solusi Komputasi dan Teknologi Informasi dalam
Peningkatan Daya Saing Global**

Gedung Prof. Soedharto, SH Tembalang Semarang
Sabtu, 15 September 2012

Editor :

Nurdin Bahtiar, MT

Helmie Arif Wibawa, M.Cs

Sukmawati Nur Endah, M.Kom

Sutikno, M.Cs



Jurusan Ilmu Komputer/Informatika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Diponegoro

PENGENALAN POLA, PEMBELAJARAN MESIN DAN PENGOLAHAN CITRA
PROSIDING SEMINAR NASIONAL ILMU KOMPUTER

Editor : Nurdin Bahtiar, MT
Helmie Arif Wibawa, M.Cs
Sukmawati Nur Endah, M.Kom
Sutikno, M.Cs

Edisi Pertama
Cetakan Pertama, 2012

Hak Cipta © 2012 pada penulis,
Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun, secara elektronis maupun mekanis, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.



GRAHA ILMU

Ruko Jambusari No. 7A
Yogyakarta 55283
Telp. : 0274-889836; 0274-889398
Fax. : 0274-889057
E-mail : info@grahailmu.co.id



Jurusan Ilmu Komputer/Informatika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Diponegoro

Bahtiar, Nurdin, MT; Wibawa, Helmie Arif, M.Vs; Endah, Sukmawati Nur, M.Kom;
Sutikno, M.Cs

PENGENALAN POLA, PEMBELAJARAN MESIN DAN PENGOLAHAN CITRA;
PROSIDING SEMINAR NASIONAL ILMU KOMPUTER/Nurdin Bahtiar, MT; Helmie Arif
Wibawa, M.Cs; Sukmawati Nur Endah, M.Kom; Sutikno, M.Cs

- Edisi Pertama - Yogyakarta; Graha Ilmu, 2012
x + 224, 1 Jil. : 26 cm.

ISBN: 978-979-756-844-3

1. Komputer

I. Judul

TIM REVIEWER:

- Prof. Drs. Jazi Eko Istiyanto, M.Sc, Ph.D
Universitas Gadjah Mada
- Dr. Eng. Wisnu Jatmiko
Universitas Indonesia
- Dr. Husni S. Sastramihardja, M.T
Institut Teknologi Bandung
- Drs. Bayu Surarso
Universitas Diponegoro
- Dr. Petrus Mursanto
Universitas Indonesia
- Dr. Tech. Ahmad Ashari
Universitas Gadjah Mada
- Aris Sugiharto, M.Kom
Universitas Diponegoro
- Beta Noranita, M.Kom
Universitas Diponegoro
- Priyo Sidik Sasongko, M.Kom
Universitas Diponegoro



Jurusan Ilmu Komputer/Informatika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Diponegoro

SUSUNAN PERSONALIA SEMINAR NASIONAL ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS DIPONEGORO 2012

PENANGGUNG JAWAB :

Dr. Muhammad Nur, DEA
(Dekan FSM UNDIP)
Dr. Widowati, M.Si
(Pembantu Dekan II FSM UNDIP)
Drs. Suryoto, M.Si
(Sekretaris Jurusan Matematika FSM UNDIP)

Dr. Agus Subagio, M.Si
(Pembantu Dekan I FSM UNDIP)
Drs. Solikhin Zaki, M.Kom
(Ketua Jurusan Matematika FSM UNDIP)

PANITIA KEHORMATAN :

Prof. Jazy Eko Istiyanto, Ph.D
(Universitas Gadjah Mada)
Dr.Eng. Wisnu Jatmiko
(Universitas Indonesia)
Drs. Bayu Surarso, M.Sc, Ph.D
(Universitas Diponegoro)
Dr.Tech. Ahmad Azhari
(Universitas Gadjah Mada)

Prof. Drs. Mustafid, M.Eng, Ph.D
(Universitas Diponegoro)
Dr. Husni S. Sastramihardja,
(Institut Teknologi Bandung)
Dr. Petrus Mursanto, M.Sc
(Universitas Indonesia)

PANITIA :

Eko Adi Sarwoko
Ragil Saputra
Adi Wibowo
Nurdin Bahtiar
Satriyo Adhy
Aris Sugiharto
Djalal Er Riyanto
Kushartantya
Suhartono

Helmie Arif Wibawa
Sukmawati Nur Endah
Dinar Mutiara
Indriyati
Sutikno
Putut Sri Wasito
Panji Wisnu W
Indra Waspada
Priyo Sidik S

KATA PENGANTAR

Daya saing didefinisikan sebagai kondisi institusi, kebijakan, dan faktor-faktor yang menentukan tingkat produktivitas ekonomi suatu negara. Produktivitas yang tinggi mencerminkan daya saing yang tinggi, dan daya saing yang tinggi berpotensi memungkinkan pertumbuhan ekonomi yang tinggi pula, dan selanjutnya akan meningkatkan kesejahteraan penduduk. Pada tahun ini, Indonesia menempati posisi ke 46, turun dua tingkat dari tahun sebelumnya. Penurunan peringkat daya saing Indonesia salah satunya dikarenakan pada pilar Kelompok Penopang Efisiensi, Kelompok Inovasi dan Kecanggihan Bisnis. Kelompok ini salah satu pendukungnya adalah penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi.

Oleh karena itu dalam rangka Dies Natalis Universitas Diponegoro ke 55 pada tanggal 15 September 2012 telah diselenggarakan Seminar Nasional Ilmu Komputer dengan tema "Solusi Komputasi dan Teknologi Informasi dalam Peningkatan Daya Saing Global" yang bertempat di Gedung Prof. Soedarto, SH Kampus Universitas Diponegoro Tembalang Semarang Jawa Tengah.

Kami menghaturkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Richardus Eko Indrajit, M.Sc, MBA dan Dr. Eng. Wisnu Jatmiko selaku pembicara utama atas kesediaannya untuk berbagi ilmu dan pengalaman kepada para peserta seminar kami tersebut, serta kepada Prof. Drs. Jazi Eko Istiyanto, M.Sc, Ph.D, Dr. Husni S. Sastramihardja, M.T, Drs. Bayu Surarso, M.Sc, Ph.D, Dr. Petrus Mursanto, M.Sc, Dr. Tech. Ahmad Ashari, Aris Sugiharto, M.Kom, Beta Noranita, M.Kom, dan Priyo Sidik Sasongko, M.Kom selaku reviewer makalah pada prosiding ini.

Kami berharap kumpulan makalah ini dapat menambah khasanah pengetahuan khususnya bagi para akademisi dan praktisi serta bermanfaat bagi dunia pendidikan pada umumnya.

Pada penyelenggaraan seminar ini mungkin jauh dari sempurna, sehingga kami memohon masukan, saran, dan kritik dari pembaca sekalian supaya kami dapat belajar memperbaiki diri agar pada pelaksanaan seminar mendatang kami bisa menjadi lebih baik.

Akhir kata, terima kasih pula kami sampaikan kepada semua pemakalah dan semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer Universitas Diponegoro 2012 ini.

Hormat kami,

Ragil Saputra, M.Cs

Ketua Panitia



DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Susunan Panitia	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii

Makalah Utama

1. SISTEM DETEKSI DINI PENYAKIT JANTUNG BERDASARKAN SINYAL ELEKTROKARDIAGRAM MENGGUNAKAN ALGORITMA FUZZY LEARNING VECTOR QUANTIZATION - PARTICLE SWARM OPTIMIZATION <i>Wisnu Jatmiko, M Iqbal Tawakal, M Anwar Ma'sum, M EkaSuryana, dan Zaki Imaduddin.</i>	1
A. PENGENALAN POLA, PEMBELAJARAN MESIN DAN PENGOLAHAN CITRA	
1. PENGGUNAAN OPERATOR QUANTIFIER GUIDED DOMINANCE DEGREE PADA GROUP DECISION SUPPORT SYSTEM UNTUK SELEKSI ASISTEN PRAKTIKUM	5
<i>Berlilana dan Fandy Setyo Utomo</i>	
2. SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN LOKASI KULINER DI SEMARANG DENGAN METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING <i>Raina Stefani Budi, Indriyati, Sukmawati Nur Endah.....</i>	11
3. PEMANFAATAN INTELLIGENT AGENT UNTUK KOMUNIKASI ANTAR UNIT PADA SISTEM INFORMASI RAWAT JALAN <i>Gandung Triyono, Azhari SN.....</i>	17
4. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI KAMERA SEBAGAI PELACAK POSISI OBYEK PADA SIMULASI GAMELAN <i>I Ketut Gede Sudiarta, MT.....</i>	23
5. KLASIFIKASI CITRA DIABETIC RETINOPATHY MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN LEVENBERG–MARQUARDT <i>Rocky Yefrenes Dillak, Martini Ganantowe Bintiri, Sulistyowati.....</i>	29
6. APLIKASI DATA MINING DENGAN METODE DECISION TREE UNTUK MENENTUKAN POLA PENJUALAN MOTOR <i>Julius Santony, Sumijan.....</i>	37
7. DETEKSI POSITIFITAS ANTIGEN CITRA IMUNOHISTOKIMIA BERDASARKAN WARNA DENGAN WAVELET DAN FIS SUGENO ORDE SATU <i>Manda Rohandi.....</i>	49



8.	IDENTIFIKASI TANDA TANGAN DENGAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK DAN SUPPORT VECTOR MACHINE SEBAGAI PEMBANDING <i>Dini Fakta Sari</i>	59
9.	PENGELOMPOKAN DOKUMEN BERBAHASA INDONESIA MENGGUNAKAN K-NN DENGAN VARIASI NILAI K <i>Badrus Zaman, Luthfi Ali, Ni Luh Suwedani, Intan Candra, Akmal Fahmi</i>	67
10.	OPTIMASI SUMBER DAYA KEUANGAN DENGAN METODE LINEAR FUZZY BERDASARKAN RESOURCE ACTIVITY CRITICAL PATH <i>Fakhrul Alam, Beta Noranita, Sukmawati Nur Endah</i>	73
11.	PENGARUH VARIASI PELUANG CROSSOVER DAN MUTASI DALAM ALGORITMA GENETIKA UNTUK MENYELESAIKAN MASALAH KNAPSACK <i>Sutikno</i>	81
12.	IMPROVED APRIORI BERBASIS MATRIX DENGAN INCREMENTAL DATABASE UNTUK MARKET BASKET ANALYSIS <i>Nanang Krisdianto, Aniaty Murni Arymurthy</i>	89
13.	IMPLEMENTASI JARINGAN SARAF TIRUAN BACKPROPAGATION SEBAGAI METODE PENYUSUNAN FORMULA RANSUM <i>Rizki Saktiadani Sulistiyono; Drs. Kushartantya, Ml.Komp.; Helmie Arif Wibawa, S.Si, M.Cs.</i>	101
14.	ESTIMASI BIAYA PERANGKAT LUNAK MENGGUNAKAN ELMAN NEURAL NETWORK <i>Martini Ganantowe Bintiri, Rocky Yefrenes Dillak</i>	105
15.	ANALISIS PITCH DAN FORMANT SINYAL UCAPAN KATA <i>Sukmawati Nur Endah, Dinar Mutiara KN</i>	111
16.	PENGELOMPOKAN GEJALA PENDERITA KOLESTEROL MELALUI POLA IRIS MATA MENGGUNAKAN MOMENT INVARIAN DAN EUCLIDEAN DISTANCE <i>Bagus Satrio Waluyo Poetro1 dan Ause Labellapansa</i>	117
17.	PENGENALAN PLAT NOMOR KENDARAAN MENGGUNAKAN METODE CONNECTED COMPONENT LABELING DAN K-NEAREST NEIGHBOR <i>Tari Mardiana, Helfi Nasution, Rudy Dwi Nyoto</i>	123
18.	IMPLEMENTASI DATA MINING MENGGUNAKAN CRISP-DM PADA SISTEM INFORMASI EKSEKUTIF DINLUTKAN PROVINSI JAWA TENGAH <i>Indra Purnama, Ragil Saputra, Adi Wibowo</i>	131
19.	PENGEMBANGAN ALGORITMA GRADUAL PATTERN UNTUK PEMBENTUKAN FORMASI TERBANG SEKELOMPOK QUADCOPTER DENGAN TIDAK MENENTUKAN JUMLAH QUADCOPTER TERLEBIH DAHULU <i>Kharda Ahfa, Didit Widiyanto, dan Wisnu Jatmiko</i>	141
20.	ANALISIS ALGORITMA SISTEM PENDETEKSIAN KECEPATAN KENDARAAN <i>Adi Nurhadiyatna, Beni Harjono, Wisnu Jatmiko</i>	145
21.	IMPLEMENTASI ALGORITMA BLOCK MATCHING PADA EKSTRAKSI OBJEK BERGERAK <i>Amalia Sulfa Hashlinda, Dwiratna S., dan Imam Mukhlash</i>	151



22. STRATEGI PENGENDALIAN MULTI ROBOT MELALUI KONTROL OPTIMUM <i>Heru Tjahjana</i>	159
23. PENGENALAN TIGA KELAS TAHAP TIDURBERDASARKAN FITUR DARI SINYAL ELEKTROKARDIOGRAM MENGGUNAKAN JARINGAN SARAF TIRUAN BERBASIS KOMPETISI <i>Iqbal Tawakal, M Eka Suryana, dan Wisnu Jatmiko</i>	165
24. PENGENALAN POLA WAJAH MENGGUNAKAN METODE PCA (PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS) <i>Za'imatun Niswati dan Lukman</i>	169
25. PREDIKSI NILAI ASET TANAH DAN RUMAH MENGGUNAKAN PEMBELAJARAN MESIN BERBASIS PENGETAHUAN SIMBOLIK <i>Kikin Windhani, Fajar Hardoyono</i>	177
26. IMPLEMENTASI ALGORITMA FNG LVQ PADA FPGA DANOPTIMASINYA UNTUK PENDETEKSIAN DINI PENYAKIT JANTUNG ARITMIA <i>Muhammad Ali Akbar, Muhammad EkaSuryana, Wisnu Jatmiko</i>	187
27. IMPLEMENTASI DATA MINING UNTUK MEMPREDIKSI PENERIMAAN PERMINTAAN PINJAMAN NASABAH DI LEMBAGA KEUANGAN <i>Mukhammad Yunan Helmy, Drs. Kushartantya M.Ikomp, Nurdin Bahtiar S.Si., M.T.</i>	191
28. IMPLEMENTASI METODE SCALE INVARIANT FEATURE TRANSFORM (SIFT) DAN METODE CONTINUOUSLY ADAPTIVE MEAN-SHIFT (CAMSHIFT) PADA PENJEJAKAN OBJEK BERGERAK <i>Shanty Eka Agustina, Dwiratna S., dan Imam Mukhlash</i>	201
29. PENYARINGAN FRASA KUNCI SECARA OTOMATIS MENGGUNAKAN ALGORITMA KEA++ UNTUK PENCARIAN ARTIKEL ILMIAH BERBAHASA INDONESIA <i>Kuncara Adi Nugraha, Nurdin Bahtiar, Beta Noranita</i>	209
30. REKONSTRUKSI CITRA SUPERRESOLUTION MENGGUNAKAN PROJECTION ONTO CONVEX SETS <i>Budi Setiyono, Imam Mukhlash, Mochamad Hariadi dan Mauridhi Hery P</i>	219

OPTIMASI SUMBER DAYA KEUANGAN DENGAN METODE *LINEAR FUZZY* BERDASARKAN *RESOURCE ACTIVITY CRITICAL PATH*

Fakhrul Alam, Beta Noranita dan Sukmawati Nur Endah

Program Studi Teknik Informatika Jurusan Matematika Universitas Diponegoro
fakhrul_ilkom06@yahoo.co.id, betta@undip.ac.id dan sukma_ne@undip.ac.id

Abstrak

Pengoptimalan suatu kegiatan proyek menjadi dasar acuan bagi manajer proyek di dalam pelaksanaan kegiatan proyek. Manajer memerlukan perangkat lunak manajemen proyek untuk menentukan komposisi kegiatan yang optimal. Aplikasi *Linear Fuzzy Resource Activity Critical Path Method* (LFRACPM) menerapkan metode *Linear Fuzzy* (LF) dan *Resource Activity Critical Path Method* (RACPM) dalam penentuan komposisi kegiatan berdasarkan tepatnya pendayagunaan lingkungan, biaya, waktu dan pemilihan sumber daya manusia berdasarkan kriteria tahun pengalaman bekerja, kemampuan komunikasi dan kualitas kerja. Hasil pengujian dari aplikasi Tugas Akhir ini diperoleh pengalokasian yang optimal tiap kegiatan berdasarkan komposisi dari waktu kegiatan, sumber daya manusia, kualitas, kemampuan komunikasi dan pengalaman kerja. Sehingga aplikasi ini dapat membantu manajer proyek untuk memprediksi proyek dalam hal pengalokasian sumber daya manusia yang optimal dan biaya sumber daya manusia yang minimal.

Kata kunci : perangkat lunak manajemen proyek, *Linear Fuzzy*, *Resource Activity Critical Path*.

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan perangkat lunak berlangsung cepat, terutama perangkat lunak yang menggunakan sistem pendukung keputusan sistem cerdas. Sistem pendukung keputusan sistem cerdas adalah sistem yang digunakan untuk membantu memecahkan berbagai permasalahan yang diaplikasikan pada perangkat lunak / *software* komputer. Kecerdasan yang diimplementasikan berasal dari pemikiran para pakar dalam bentuk algoritma.

Software tersebut dikembangkan secara khusus untuk membantu dalam memecahkan berbagai permasalahan yang beragam, salah satunya adalah permasalahan pada manajemen proyek perangkat lunak. Umumnya permasalahan pada manajemen proyek perangkat lunak tersebut terjadi karena ketidaktepatan waktu mengerjakan suatu proyek dari jadwal yang telah ditentukan, pembagian sumber daya manusia / individu yang tidak tepat di setiap aktivitas dan realita penggunaan dana lebih besar daripada yang direncanakan. Untuk itu peran manajer proyek dalam keseluruhan proyek menentukan kualitas proyek, karena penentu kebijakan tertinggi pada sebuah proyek tidak lain

adalah manajer proyek. Manajer proyek dalam mengerjakan suatu proyek dibantu oleh beberapa individu dengan keahlian berbeda-beda dan tergabung dalam sebuah tim proyek. Tujuan utama tim proyek yaitu menyelesaikan suatu proyek sesuai dengan waktu dan biaya yang telah direncanakan sebelumnya. Pada setiap komponen aktivitas dialokasikan sumber daya manusia dengan jumlah tertentu dan keahlian tertentu.

Bila setiap individu dalam tim dapat menyelesaikan sesuai jadwal yang telah ditentukan maka proyek tersebut berjalan tepat waktu. Jadwal suatu proyek dapat digambarkan pada bagan metode jalur kritis / *Critical Path Method* (CPM). CPM tersebut berfungsi untuk menentukan prediksi berapa lama proyek harus dikerjakan [3]. Sehingga bila ada komponen aktivitas yang tertunda pada jalur kritis yang merupakan bagian dari rangkaian aktivitas proyek yang erat kaitannya, maka dapat mengganggu kelancaran keseluruhan proyek. Bila CPM telah dilengkapi dengan pengelolaan sumber daya manusia maka disebut *Resource Activity Critical Path Method* (RACPM). Adapun definisi dari RACPM adalah CPM berbasis penjadwalan sumber daya manusia

yang diidentifikasi dengan meninjau kembali batasan sumber daya manusia yang telah ada [2].

Individu yang membantu manajer dalam menyelesaikan proyek dipilih berdasarkan kriteria tertentu. Kriteria tersebut antara lain : pengalaman domain aplikasi, pengalaman *platform*, pengalaman bahasa pemrograman, latar belakang pendidikan, kemampuan komunikasi, sikap, kepribadian dan kemampuan adaptasi [4]. Kriteria lain yang tidak kalah penting adalah kualitas pekerjaan yang dihasilkan dan biaya yang dibutuhkan untuk membayar individu atas jasa dalam pembuatan suatu proyek yang dilakukan. Bila manajer dapat menekan biaya pengeluaran anggota tim, maka dapat menghemat penggunaan dana pembayaran sumber daya manusia tersebut. Secara umum tim yang sedang mengadakan proyek, dana merupakan hal yang penting atau paling utama dalam menentukan kelancaran aktivitas kegiatan tim yang bersangkutan. Karena bila terdapat dana besar maka software yang dihasilkannya pun semakin berkualitas, demikian pula sebaliknya. Ketiga hubungan antara waktu lama proyek, biaya dan kualitas *software* sangatlah berkaitan satu sama lain.

Pihak manajer memerlukan perhitungan matang dalam menyelesaikan masalah tentang sumber daya manusia. Sumber daya manusia yang dibutuhkan adalah individu yang berkualitas tetapi sehemat mungkin dapat menekan pembayaran sumber daya manusia tersebut. Salah satu metode untuk mengoptimalkan sumber daya manusia adalah metode *Linear Fuzzy* (LF). Pada metode ini, akan dicari suatu nilai optimum dari fungsi objektif yang dioptimalkan sedemikian hingga masih dalam batasan-batasan yang dimodelkan dengan menggunakan himpunan *Fuzzy* [1].

Sehingga pengimplementasiannya menggunakan metode *Linear Fuzzy* untuk mengoptimalkan pembayaran sumber daya manusia berdasarkan RACPM.

II. RESOURCE ACTIVITY CRITICAL PATH METHOD (RACPM) DAN LINEAR FUZZY

2.1. Resource Activity Critical Path Method (RACPM)

Resource Activity Critical Path Method (RACPM) adalah suatu metode untuk menentukan total waktu pelaksanaan proyek berbasis penjadwalan sumber daya manusia berdasar jalur kritis yang punya waktu terlama (total waktu proyek).

RACPM tidak hanya mempunyai 2 dimensi (waktu dan kegiatan), tetapi juga mempunyai dimensi pengalokasian sumber daya manusia [2].

Proses dasar dalam RACPM ada dua langkah yaitu :

1. Membuat *graph* dari kegiatan-kegiatan yang telah ada.
2. Membuat *graph* dari *graph* sebelumnya berdasarkan jumlah maksimal pegawai yang dapat bekerja (dengan metode RACPM).

RACPM ini mempunyai dua jenis proses yaitu : proses *Forward* dan proses *Backward*. Penjelasan mengenai dua proses tersebut adalah sebagai berikut :

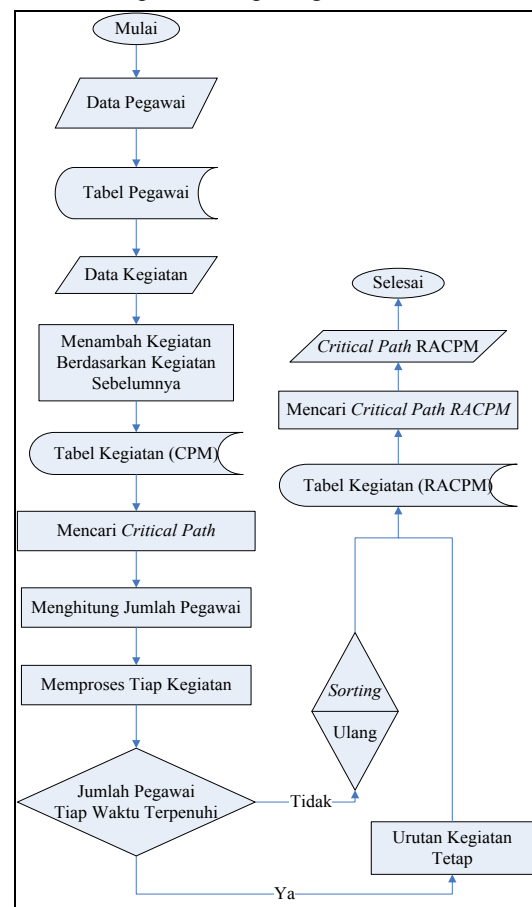
1. Forward

Proses *Forward* adalah pengalokasian sumber daya manusia berdasarkan *Early Start Time* (EST) dan *Early Finish Time* (EFT) [2].

2. Backward

Proses *Backward* adalah pengalokasian sumber daya manusia dengan melihat pendefinisian sumber daya manusia berdasarkan hubungan *Latest Finish Time* (LFT) dan *Latest Start Time* (LST) [2].

Proses *Forward* ini yang digunakan dalam metode LRACPM ini. Adapun *flowchart* RACPM dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Flowchart RACPM

Sorting ulang adalah menentukan ulang jadwal suatu kegiatan dari proyek karena jumlah SDM tidak tersedia sesuai kebutuhan bagi kegiatan tersebut. Kegiatan yang di-*sorting* ulang biasanya ditempatkan mundur dari jadwal yang telah ditentukan tetapi jumlah SDM tetap sama.

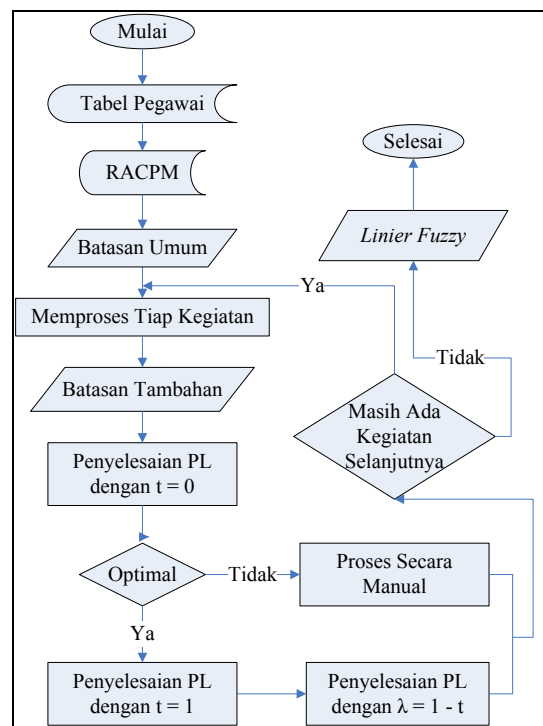
2.2. Linear Fuzzy (LF)

Linear Fuzzy merupakan suatu metode *linear* untuk menentukan nilai optimal (maksimum / minimum) dengan batasan dalam lingkungan *Fuzzy*. Nilai optimal maksimum adalah nilai tertinggi dari hasil perhitungan *linear* sedangkan nilai optimal minimum adalah nilai terendah dari hasil perhitungan *linear*. Dalam metode ini menggunakan nilai optimal minimum [1].

Konsep dasar perhitungan *Linear Fuzzy* kasus optimal minimum adalah sebagai berikut :

1. Menghitung program *linear* dengan $t = 0$.
2. Menghitung program *linear* dengan $t = 1$.
3. Menentukan batasan – batasan *Fuzzy*.
4. Menghitung program *linear* dengan $\lambda = 1 - t$.

Adapun *flowchart* untuk LF dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Flowchart LF

III. LINEAR FUZZY RESOURCE ACTIVITY CRITICAL PATH METHOD (LFRACPM)

Linear Fuzzy Resource Activity Critical Path Method (LFRACPM) merupakan metode *Linear Fuzzy* yang diimplementasikan pada *Resource Activity Critical Path*. Konsep desain *database* disesuaikan dengan metode LFRACPM yang berupa sebagian besar bernilai angka.

Analisa masalah membahas tentang penyelesaian suatu masalah yang dapat diselesaikan dengan metode LFRACPM. Contoh 3.1 : terdapat suatu perusahaan *developer* software yang memiliki 6 pegawai dengan kemampuan yang berbeda. Tiap individu mempunyai data penting bagi seorang manajer proyek, data penting tersebut adalah sebagai berikut : nama, jabatan analis, jabatan *desainer*, jabatan *programmer*, kemampuan komunikasi, kualitas kerja serta pengalaman kerja. Adapun data 6 pegawai tersebut dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Pegawai

Nama	Fetun	Didi	Nita	Lina	Tasya	Nafis
Jabatan Analis	Beginner	Senior	Beginner	Beginner	Senior	Beginner
Jabatan Desainer	Senior	Moderate	Beginner	Senior	Senior	Moderate
Jabatan Programmer	Beginner	Beginner	Senior	Moderate	Beginner	Beginner
Kemampuan Komunikasi	0,9	0,5	0,7	0,7	0,7	0,5
Kualitas Kerja	0,8	0,8	0,5	0,8	0,8	0,5
Pengalaman	2 tahun	1 tahun	2 tahun	1 tahun	1 tahun	2 tahun

Tabel 3.2 Jabatan

		Nama Jabatan		
		Analis	Desainer	Programmer
Besar Gaji	Beginner	Rp. 3.000.000,00	Rp. 2.500.000,00	Rp. 1.000.000,00
	Moderate	Rp. 7.000.000,00	Rp. 3.000.000,00	Rp. 3.000.000,00
	Senior	Rp. 9.000.000,00	Rp. 7.000.000,00	Rp. 5.000.000,00

Enam pegawai tersebut akan melakukan kegiatan proyek “*software ABC*” dengan urutan kegiatan yang telah dirinci oleh manajer proyek sebagai berikut :

1. Analisa (A) dilakukan selama 2 bulan membutuhkan 5 orang analis.
2. Desain program (B) selama 4 bulan membutuhkan 4 orang *desainer*. Desain program akan dilakukan jika kegiatan analisa telah dilakukan.
3. Desain *database* (C) selama 3 bulan membutuhkan 3 orang *desainer*. Desain *database* akan dilakukan jika kegiatan analisa telah dilakukan.
4. *Coding* program (D) selama 7 bulan membutuhkan 2 orang *programmer*. *Coding* program akan dilakukan jika kegiatan desain program telah dilakukan.

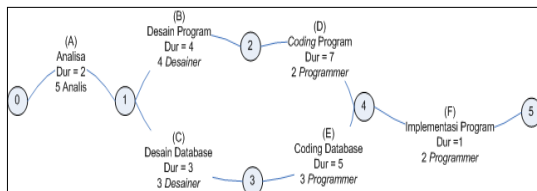
5. *Coding database* selama (E) 5 bulan membutuhkan 3 orang *programmer*. *Coding database* akan dilakukan jika kegiatan desain *database* telah dilakukan.
6. Implementasi program (F) selama 1 bulan membutuhkan 2 orang *programmer*. Kegiatan ini akan dilakukan jika *coding program* dan *database* telah selesai dilakukan.
7. Dibutuhkan pegawai dengan total kemampuan komunikasi lebih dari 2.
8. Dibutuhkan pegawai dengan total kualitas kerja lebih dari 3.
9. Dibutuhkan pegawai dengan total pengalaman kerja lebih dari 4 tahun.

Selanjutnya contoh kasus 3.1. tersebut akan diselesaikan dengan proses LFRACPM. Adapun langkah-langkah penyelesaian proses LFRACPM yang merupakan proses utama pada aplikasi terbagi menjadi dua bagian dasar, yaitu proses RACPM dan proses LF. Adapun proses perhitungannya sebagai berikut :

1. Proses RACPM

Proses ini terdiri dari dua proses yaitu mengurutkan kegiatan membentuk kegiatan (CPM) dan mengurutkan kembali kegiatan (CPM) berdasarkan jumlah sumber daya manusia yang tersedia membentuk kegiatan (RACPM).

Gambar kegiatan (CPM) dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Kegiatan (CPM)

Graph kegiatan (CPM) dimulai dari node 0 sampai node 5 yang terdiri dari 6 kegiatan. Dur menyatakan waktu (*duration*).

Dari gambar 3.1 maka diproses lebih lanjut berdasarkan jumlah sumber daya manusia yang tersedia. Jumlah sumber daya manusia yang tersedia berjumlah 6 orang. Adapun proses *Forward* adalah sebagai berikut :

- a. Kolom vertikal merupakan kolom kegiatan / Keg dan baris horisontral merupakan baris waktu kegiatan / D (lihat tabel 3.3).
- b. Mengalokasikan waktu ke- 0 dan 1 dengan 5 pegawai pada kegiatan A.
- c. Mengalokasikan waktu ke- 2, 3, 4 dan 5 dengan 4 pegawai pada kegiatan B.

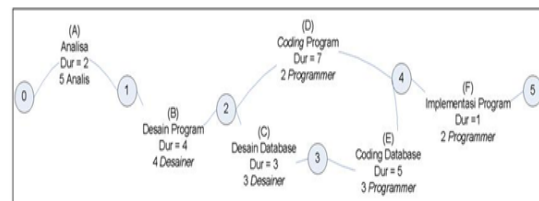
- d. Mengalokasikan waktu ke- 6, 7 dan 8 dengan 3 pegawai pada kegiatan C.
- e. Mengalokasikan waktu ke- 6, 7, 8, 9 dan 10 dengan 2 pegawai pada kegiatan D.
- f. Mengalokasikan waktu ke- 9, 10, 11, 12 dan 13 dengan 3 pegawai pada kegiatan E.
- g. Mengalokasikan waktu ke- 14 dengan 2 pegawai pada kegiatan F.

Adapun proses *Forward* dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Proses *Forward*

Keg \ D	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A	5	5													
B			4	4	4	4									
C							3	3	3						
D							2	2	2	2	2	2	2		
E										3	3	3	3	3	
F															2
Σ Pegawai	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	3	2

Setelah proses selesai maka dibentuk lagi dalam *graph*. Adapun hasil dari proses RACPM dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Kegiatan (RACPM)

2. Proses LF

Setelah RACPM selesai selanjutnya ke proses LF. Ketiga batasan dari keempat batasan yang memiliki toleransi interval yang dimasukkan oleh user. Interval pada batasan ke-2, 3 dan 4 adalah $p_1 = 0,1$, $p_2 = 0,2$ dan $p_3 = 0,1$.

Setelah melakukan proses LF. Adapun hasil proses LF dapat dilihat pada tabel 3.3.

Batasan – batasan umum dari contoh kasus masalah adalah sebagai berikut :

- a. Pegawai dan waktu : $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 = (\sum \text{SDM} * \text{duration kegiatan masing-masing})$.
- b. Kemampuan komunikasi : $0,9X_1 + 0,5X_2 + 0,7X_3 + 0,7X_4 + 0,7X_5 + 0,5X_6 - 2$.
- c. Kualitas Kerja : $0,8X_1 + 0,8X_2 + 0,5X_3 + 0,8X_4 + 0,8X_5 + 0,5X_6 - 3$.
- d. Pengalaman : $2X_1 + X_2 + 2X_3 + X_4 + X_5 + 2X_6 - 4$.

Ketiga batasan dari keempat batasan yang ada memiliki toleransi interval yang dimasuk-

kan oleh user. Interval pada batasan ke-2, 3 dan 4 adalah $p_1 = 0,1$, $p_2 = 0,2$ dan $p_3 = 0,1$, sehingga batasan-batasan tersebut menjadi :

- $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 = (\sum \text{SDM} * \text{duration} \text{ kegiatan masing-masing})$.
- $0,9X_1 + 0,5X_2 + 0,7X_3 + 0,7X_4 + 0,7X_5 + 0,5X_6 \geq 2 - p_1t$.
- $0,8X_1 + 0,8X_2 + 0,5X_3 + 0,8X_4 + 0,8X_5 + 0,5X_6 \geq 3 - p_2t$.
- $2X_1 + X_2 + 2X_3 + X_4 + X_5 + 2X_6 \geq 4 - p_3t$.

Setiap kegiatan akan diproses dengan LF mulai dari kegiatan A sampai dengan kegiatan F adalah sebagai berikut :

a. Kegiatan A

Kegiatan A dengan waktu = 2 dan membutuhkan 5 orang analis.

Fungsi minimum dari kegiatan A adalah : $3000000X_1 + 9000000X_2 + 3000000X_3 + 3000000X_4 + 9000000X_5 + 3000000X_6$ dengan batasan-batasan yang ditambahkan oleh manajer proyek pada kegiatan A antara lain :

- $1 \leq X_1$ (waktu Fetum minimal = 1 waktu kerja) toleransi = 0,1.
- $1 \leq X_2$ (waktu Didi minimal = 1 waktu kerja) toleransi = 0,1.
- $1 \leq X_3$ (waktu Nita minimal = 1 waktu kerja) toleransi = 0,1.
- $1 \leq X_4$ (waktu Lina minimal = 1 waktu kerja) toleransi = 0,1.
- $1 \leq X_5$ (waktu Tasya minimal = 1 waktu kerja) toleransi = 0,1.
- $1 \leq X_6$ (waktu Nafis minimal = 1 waktu kerja) toleransi = 0,1.

Setelah dihitung maka diperoleh :

Untuk $t = 0$ maka didapat $z = 42000000$, $X_1 = 2$, $X_2 = 1,1$, $X_3 = 2$, $X_4 = 2$, $X_5 = 0,9$ dan $X_6 = 2$.

Untuk $t = 1$ maka didapat $z = 42000000$, $X_1 = 2$, $X_2 = 1$, $X_3 = 2$, $X_4 = 2$, $X_5 = 1$ dan $X_6 = 2$.

Kemudian dari kedua hasil ($t = 0$ dan $t = 1$), dapat dibuat tabel batasan-batasan Fuzzy. Tabel batasan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4. Batasan Fuzzy Kegiatan A

	Batasan Fuzzy	
	t = 0	t = 1
Fungsi	42000000	42000000
Batasan-1	10	10
Batasan-2	2	1,9
Batasan-3	3	2,8

Batasan-4	4	3,9
Batasan-5	1	0,9
Batasan-6	1	0,9
Batasan-7	1	0,9
Batasan-8	1	0,9
Batasan-9	1	0,9
Batasan-10	1	0,9

Dengan $\lambda = 1 - t$, maka model linear menjadi sebagai berikut :

Maksimumkan $z = \lambda$, dengan batasan-batasan :

$$0\lambda + 3000000X_1 + 9000000X_2 + 3000000X_3 + 3000000X_4 + 9000000X_5 + 3000000X_6 \leq 42000000$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 = 10$$

$$- 0,1\lambda + 0,9X_1 + 0,5X_2 + 0,7X_3 + 0,7X_4 + 0,7X_5 + 0,5X_6 \geq 1,9$$

$$- 0,2\lambda + 0,8X_1 + 0,8X_2 + 0,5X_3 + 0,8X_4 + 0,8X_5 + 0,5X_6 \geq 2,8$$

$$- 0,1\lambda + 2X_1 + X_2 + 2X_3 + X_4 + X_5 + 2X_6 \geq 3,9$$

$$- 0,1\lambda + X_1 \geq 0,9$$

$$- 0,1\lambda + X_2 \geq 0,9$$

$$- 0,1\lambda + X_3 \geq 0,9$$

$$- 0,1\lambda + X_4 \geq 0,9$$

$$- 0,1\lambda + X_5 \geq 0,9$$

$$- 0,1\lambda + X_6 \geq 0,9$$

Hasil dari $\lambda = 1 - t$ pada kegiatan A tersebut adalah $\lambda = 1$, $X_1 = 2$, $X_2 = 1$, $X_3 = 2$, $X_4 = 2$, $X_5 = 1$ dan $X_6 = 2$. Sehingga Fetum = 2 bulan, Didi = 1 bulan, Nita = 2 bulan, Lina = 2 bulan, Tasya = 1 bulan dan Nafis = 2 bulan. Untuk perhitungan kegiatan B sampai dengan kegiatan F sama dengan perhitungan kegiatan A.

b. Kegiatan B

Kegiatan B dengan waktu = 4 dan membutuhkan 4 orang *desainer*.

Dihitung sesuai dengan perhitungan pada kegiatan B. Serta hasil dari $\lambda = 1 - t$ tersebut adalah tidak optimal, maka dilakukan perhitungan optimal biasa. Jadi yang dipilih adalah sebanyak 4 pegawai yang bekerja selama 4 bulan yaitu : Fetum, Didi, Nita dan Nafis. Sehingga Fetum = 4 bulan, Didi = 4 bulan, Nita = 4 bulan, dan Nafis = 4 bulan.

c. Kegiatan C

Kegiatan C dengan waktu = 3 dan membutuhkan 3 orang *desainer*.

Dihitung sesuai dengan perhitungan pada kegiatan C. Serta hasil dari $\lambda = 1 - t$ pada kegiatan C tersebut adalah $\lambda = 0,5$, $X_1 = 0,95$, $X_2 = 2,2$, $X_3 = 3$, $X_4 = 0,95$, $X_5 = 0,95$ dan $X_6 = 0,95$. Sehingga Fetum = 0,95

bulan, Didi = 2,2 bulan, Nita = 3 bulan, Lina = 0,95 bulan, Tasya = 0,95 bulan dan Nafis = 0,95 bulan.

d. Kegiatan D

Kegiatan D dengan waktu = 7 dan membutuhkan 2 orang *programmer*.

Dihitung sesuai dengan perhitungan pada kegiatan D. Serta hasil dari $\lambda = 1 - t$ pada kegiatan D tersebut adalah $\lambda = 0,5$, $X_1 = 7$, $X_2 = 3,2$, $X_3 = 0,95$, $X_4 = 0,95$, $X_5 = 0,95$ dan $X_6 = 0,95$. Sehingga Fetum = 7 bulan, Didi = 3,2 bulan, Nita = 0,95 bulan, Lina = 0,95 bulan, Tasya = 0,95 bulan dan Nafis = 0,95 bulan.

e. Kegiatan E

Kegiatan E dengan waktu = 5 dan membutuhkan 3 orang *programmer*.

Dihitung sesuai dengan perhitungan pada kegiatan D. Serta hasil dari $\lambda = 1 - t$ pada kegiatan E tersebut adalah $\lambda = 0,5$, $X_1 = 5$, $X_2 = 5$, $X_3 = 0,95$, $X_4 = 0,95$, $X_5 = 2,15$ dan $X_6 = 0,95$. Sehingga Fetum = 5 bulan, Didi = 5 bulan, Nita = 0,95 bulan, Lina = 0,95 bulan, Tasya = 2,15 bulan dan Nafis = 0,95 bulan.

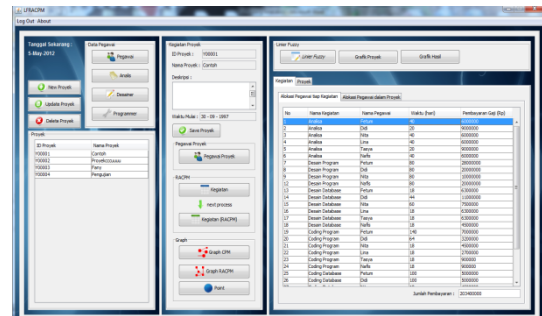
Hasil akhir dapat dilihat pada tabel 3.5 dengan waktu satuan bulan dinyatakan dalam 20 hari kerja aktif.

Tabel 3.5 Hasil Proses LFRACPM

Nama Kegiatan	Nama Pegawai	Jumlah Bulan	Jumlah Gaji (Rp)
Analisa	Fetum	2	Rp. 6.000.000,00
	Didi	1	Rp. 9.000.000,00
	Nita	2	Rp. 6.000.000,00
	Lina	2	Rp. 6.000.000,00
	Tasya	1	Rp. 9.000.000,00
	Nafis	2	Rp. 6.000.000,00
Desain Program	Fetum	4	Rp. 28.000.000,00
	Didi	4	Rp. 20.000.000,00
	Nita	4	Rp. 10.000.000,00
	Nafis	4	Rp. 20.000.000,00
Desain Database	Fetum	0,9	Rp. 6.300.000,00
	Didi	2,2	Rp. 11.000.000,00
	Nita	3	Rp. 7.500.000,00
	Lina	0,9	Rp. 6.300.000,00
	Tasya	0,9	Rp. 6.300.000,00
	Nafis	0,9	Rp. 4.500.000,00
Coding Program	Fetum	7	Rp. 7.000.000,00
	Didi	3,2	Rp. 3200000,00
	Nita	0,9	Rp. 4.500.000,00
	Lina	0,9	Rp. 2.700.000,00
	Tasya	0,9	Rp. 900.000,00
	Nafis	0,9	Rp. 900.000,00
Coding Database	Fetum	5	Rp. 5.000.000,00
	Didi	5	Rp. 5.000.000,00
	Nita	0,9	Rp. 4.500.000,00
	Lina	0,9	Rp. 2.700.000,00
	Tasya	2,2	Rp. 2.200.000,00
	Nafis	0,9	Rp. 900.000,00
Implementasi Program	Fetum	1	Rp. 1.000.000,00
	Didi	1	Rp. 1.000.000,00

Jumlah gaji didapat dari perkalian antara waktu (bulan) dengan gaji per bulannya. Misal : kegiatan Analisa dengan individu bernama Fetum dalam 2 bulan akan memperoleh gaji sebanyak = 2 x Rp. 3.000.000,00 = Rp. 6.000.000,00

Adapun aplikasi LFRACPM yang dibuat untuk mendukung perhitungan dengan metode LFRACPM dapat dilihat pada gambar 3.3.

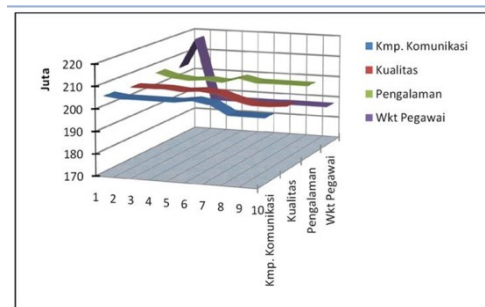


Gambar 3.3. Aplikasi LFRACPM

Gambar 3.3 merupakan tampilan utama aplikasi LFRACPM. Disebelah kanan terdapat tabel hasil pengolahan LFRACPM.

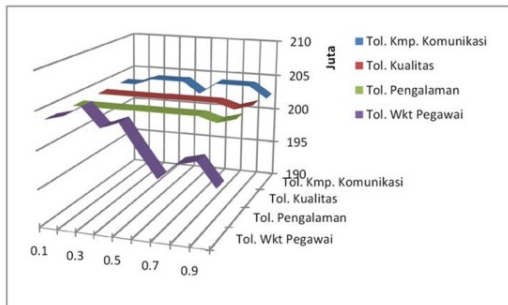
Setelah dilakukan proses perhitungan pada kasus 3.1 maka dilakukan beberapa pengujian, antara lain :

1. Bila dilakukan dengan kondisi batasan dan toleransi sama tetapi yang nilai batasan kemampuan komunikasi, kualitas, pengalaman kerja dan waktu pegawai diubah dari nilai 1, 2, 3 s/d 10, maka dihasilkan urutan nilai yang dapat dilihat pada gambar 3.4.



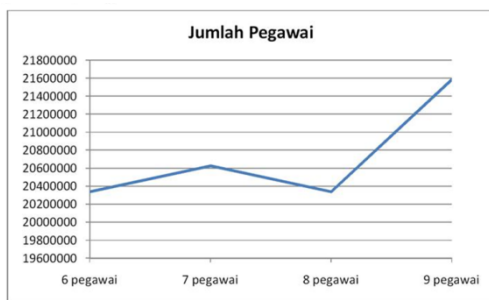
Gambar 3.4. Grafik Batasan

2. Bila dilakukan dengan kondisi batasan dan toleransi sama tetapi yang nilai toleransi kemampuan komunikasi, kualitas, pengalaman kerja dan waktu pegawai dibuat dari nilai 0,1; 0,2; 0,3 s/d 1, maka dihasilkan urutan nilai yang dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Grafik Toleransi

3. Bila dilakukan dengan kondisi batasan dan toleransi sama tetapi jumlah pegawai ditambah sebanyak 1, 2 sampai 3 pegawai, maka dihasilkan urutan nilai yang dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Grafik Jumlah Pegawai

Bila dilakukan analisa pada gambar 3.4 dan 3.5 yaitu pengujian dengan variabel terbatas baik pada batasan minimal atau toleransi dapat disimpulkan tidak mempunyai perbandingan grafik. Maka *Linier Fuzzy* masih belum bisa diaplikasikan untuk mengoptimalkan keseluruhan proyek tetapi bisa untuk mengoptimalkan tiap kegiatan dalam proyek.

Hasil LFRACPM masih bersifat prediksi dan berorientasi pengoptimalan di 5 segi yaitu jumlah SDM, waktu kegiatan, kualitas kerja, pengalaman kerja dan komunikasi. Maka fungsi manajer proyek masih diperlukan untuk mengolah hasil prediksi LFRACPM lebih lanjut sesuai kondisi sebenarnya agar dihasilkan jadwal yang benar.

Berdasarkan gambar 3.6 bila dilakukan penambahan pegawai maka masih tidak mempunyai perbandingan grafik karena tiap pegawai mempunyai ukuran potensi masing – masing yaitu kualitas kerja, pengalaman kerja dan komunikasi.

Setelah menganalisa hasil *graph* CPM pada gambar 3.1 dan RACPM pada gambar 3.2 (CPM dari kegiatan yang berdasarkan SDM) terlihat bahwa waktu total kegiatan juga berbeda yaitu 14 bulan dan 15 bulan. Maka tentang RACPM dapat ditarik kesimpulan yaitu : pendek panjangnya waktu suatu kegiatan bergantung dengan jumlah SDM yang tersedia.

Untuk analisa hasil *Linear Fuzzy* pada kegiatan Analisa (contoh pengujian) yaitu dapat dilihat pada kegiatan A dimana pengalokasian Fetum = 2 bulan, Didi = 1 bulan, Nita = 2 bulan, Lina 2 bulan, Tasya = 1 bulan dan Nafis 2 bulan adalah berdasarkan pemilihan SDM dengan *Linear Fuzzy* agar diperoleh total hasil pengajian yang minimum, total kemampuan komunikasi yang lebih besar dari 2 satuan, total kualitas kerja yang lebih besar dari 3 satuan dan total pengalaman kerja yang lebih besar dari 4 tahun. Maka dapat diperoleh kesimpulan yaitu pengalokasian pegawai dengan perhitungan *Fuzzy* di tiap kegiatan bergantung pada waktu kegiatan, jumlah sumber daya manusia, kemampuan komunikasi, kualitas kerja dan pengalaman kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kusumadewi, S., *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy menggunakan Toolbox Matlab*, Yogyakarta : Graha Ilmu, 2002.
- [2] Lu, M. dan Li, H., Resource-Activity Critical Path Method for Construction Planning, *Journal of Construction Engineering and Management*, 9, 2003, 412 – 420.
- [3] Schawable K., *Information Technology Project Management*, Boston : Course Technology Cengage Learning, 2007.
- [4] Sommerville, I., *Software Engineering (Rekayasa Perangkat Lunak)*, Jakarta : Erlangga, 2002.