

# Perhitungan Waktu dalam Jaringan Kerja "Fuzzy"

**BPPT**

Oleh: S.H. Nasution.

## INTISARI.

Jaringan kerja disebut "fuzzy" bila ada lama pelaksanaan kegiatannya yang dinyatakan dalam bilangan "fuzzy". Tulisan ini mengemukakan prosedur perhitungan bagi waktu paling dini suatu kejadian dapat direalisasikan ( $T_{A_i}$ ), waktu paling akhir suatu kejadian masih diijinkan direalisasikan ( $T_{L_i}$ ) dan waktu ambang ( $s_i$ ) pada tiap kejadian— $i$  dalam suatu jaringan kerja "fuzzy". Hasil yang didapat adalah bilangan-bilangan "fuzzy" yang mewakili  $T_{A_i}$ ,  $T_{L_i}$  dan  $s_i$ .

Untuk perhitungan ini dipakai hasil terbaru yang ditemukan, yaitu tabel  $T(i)$  dan  $S(i)$ . Diberikan contoh perhitungan dengan jaringan kerja yang mempunyai lama pelaksanaan kegiatan berupa bilangan "fuzzy" segitiga. Dari keterlibatan tiap kejadian— $i$  maka dapat ditentukan lintasan / himpunan lintasan kritis pada jaringan kerja.

## PENDAHULUAN.

**C**PM dan PERT adalah dua teknik perencanaan dan pengendalian suatu proyek yang telah membuktikan kegunaannya, baik dalam sejarahnya sebagai alat manajemen proyek Polaris (PERT) maupun terlihat

dari banyaknya paket perangkat lunak yang dirancang untuk memudahkan penerapan teknik ini (PROJACS/ARTEMIS dan sebagainya). Meskipun demikian ada syarat yang diperlukan untuk pemakaian teknik ini, yaitu tersedianya lama pelaksanaan bagi tiap kegiatan (CPM) ataupun distribusi lama pelaksanaannya secara statistik (PERT). Keduanya adalah barang langka dalam proyek dimana banyak kegiatan merupakan kegiatan yang baru pertama kali dilakukan.

Usaha penanggulangan masalah ini misalnya adalah simulasi jaringan kerja bila lama pelaksanaan kegiatan dapat diperkirakan (GERT) ataupun pemecahan dengan memasukkan sebarang harga perkiraan dengan alasan proyek akan terus dipantau sehingga akan didapat harga lama pelaksanaan yang makin mendekati. Cara yang terakhir ini tetapinya dapat menghasilkan lintasan kritis semu.

Pemecahan lainnya yang mungkin adalah menampung "ketidaktahuan" ini dalam bentuk bilangan "fuzzy". Gazdik [1] memakai bilangan "fuzzy" untuk menghitung waktu paling dini suatu kejadian dapat direalisasikan. Dalam [2] penulis memperluas penerapan bilangan "fuzzy" untuk menghitung waktu paling akhir suatu kejadian masih diizinkan untuk direalisasikan dan untuk menghitung waktu ambang (= slack, float) sehingga didapat kadar keterlibatan tiap kejadian dalam lintasan kritis, hal mana praktis membuat generalisasi CPM. Ini bermanfaat misalnya dalam menentukan seberapa jauh harga lama pelaksanaan kegiatan bisa berubah tanpa menempatkannya dalam lintasan kritis, walau lintasan kritisnya sendiri tidak diketahui besarnya dengan tepat, yaitu hanya berupa bilangan "fuzzy".

Ada dua ketentuan yang diperkenalkan dalam tulisan [2]. Ketentuan pertama adalah yang merupakan dasar semua perhitungan yaitu: **selisih bilangan "fuzzy" dengan dirinya sendiri diambil sama dengan nol**. Gagasan tentang perlunya ketentuan ini dilaksanakan, muncul dari pengamatan bahwa pada perhitungan  $T_{Li}$  (perhitungan mundur) yang dipakai adalah lama pelaksanaannya yang itu-itu juga, yaitu yang telah dipakai pada perhitungan  $T_{Ai}$ . Ketentuan kedua **mengakibatkan dapat dibuangnya siklus-siklus pada perhitungan  $T_{Li}$** . Bagi pernyataan dalam [2] yang mengatakan bahwa waktu ambang harus merupakan **bilangan "fuzzy" positif**, dapat ditunjukkan bahwa ini adalah konsekwensi yang dapat dijabarkan [3].

Dalam tulisan ini akan dipaparkan prosedur perhitungan yang lebih terinci dari tulisan sebelumnya [2], serta penerapan hasil-hasil terbaru yang ditemukan dalam [3]. Hasil yang dimaksud adalah, untuk perhitungan  $T_{Li}$  berlaku rumus

$$\tilde{T}_{Li} = \max_n \min_m \tilde{\tau}_{mn}$$

dimana  $\tilde{\tau}_{mn}$  adalah unsur tabel T(i) yang tidak kosong (tidak membentuk siklus) dan

$$\tilde{\tau}_{mn} = \tau_n \ominus \tilde{q}_n$$

dimana

$\tau_n$  panjang lintasan dari awal s ke akhir e

$\tilde{q}_n$  panjang lintasan dari kejadian—i ke akhir e

Rumus ini berbeda dengan rumus yang diturunkan langsung dari jaringan kerja biasa yang berbentuk

$$\tilde{T}_{Li} = \min_m \max_n \tilde{\tau}_{mn}$$

Dalam [3] juga ditunjukkan bahwa waktu ambang dapat dihitung dari tabel S(i).

$$\tilde{S}_i = \max(0, \tilde{S}_i^*)$$

dimana

$$\tilde{S}_i^* = \max_n \min_z \tilde{G}_{zn}$$

dan

$\tilde{G}_{zn}$  adalah unsur tabel S(i) yang tidak kosong.

$$\tilde{G}_{zn} = \tilde{\tau}_n \ominus \tilde{\tau}_i$$

$\tilde{\tau}_i$

panjang lintasan dari awal s ke kejadian—i.

## PROSEDUR PERHITUNGAN.

1. Untuk jaringan kerja G yang mempunyai sejumlah  $\alpha$  kegiatan, definisikan suatu abjad yang huruf-hurufnya adalah

$$u_1, u_2, \dots, u_\alpha$$

Setiap huruf mewakili atau merupakan simbol bilangan "fuzzy" lama pelaksanaan kegiatan.

2. Pada tiap kejadian—i ( $i \neq s$ , s awal jaringan kerja).
- a. Tentukan panjang setiap lintasan yang menuju kejadian—i, sebut lintasan ini  $p_1, p_2, \dots, p_{\lambda_i}$

- b. Hitung  $\tilde{T}_{Ai}$  dari :

$$\tilde{T}_{Ai} = \max_{i=1,2,\lambda_i} \tilde{P}_i$$

3. Setelah langkah 2 selesai untuk tiap kejadian, maka didapat semua lintasan dari awal—s menuju kejadian akhir—e, yaitu  $\tilde{r}_n = 1, 2, \dots, \mu_e$

4. Pada tiap kejadian—i ( $i \neq e$ , e akhir jaringan kerja).
- a. Tentukan panjang setiap lintasan dari kejadian—i menuju kejadian akhir—e. Sebut lintasan  $\tilde{q}_m$ ,  $m = 1, 2, \dots, \mu_i$ .

- b. Bentuk tabel berukuran  $\mu_i \times \mu_e$  ( $\mu_i$  baris dan  $\mu_e$  kolom). Tiap sel (m,n) berisi

$$\tilde{\tau}_{mn} = \tilde{r}_n \ominus \tilde{q}_m$$

- c. Bila  $\mu_i > 1$  maka periksa apakah pada sel (m,n) terdapat siklus. Dalam hal demikian kosongkan sel yang bersangkutan. Sebut  $\bar{M}_0(n)$  himpunan indeks m pada kolom n yang sel (m,n) nya kosong dan  $\bar{M}_0(n)$  yang selnya tak kosong.

- d. Mulai dari kolom 1 tentukan minimum menurut kolom, yaitu

$$\min_{m \in \bar{M}_0(n)} \tilde{\tau}_{mn}$$

- e. Hitung  $\tilde{T}_{Li}$  dari

$$\tilde{T}_{Li} = \max_n \left\{ \min_{m \in \bar{M}_0(n)} \tau_{mn} \right\}$$

5. Untuk tiap kejadian—i ( $i \neq s, i \neq e$ )

a. Ambil tabel  $\tilde{T}(i)$  dan lintasan  $\tilde{p}_1, 1 = 1, 2, \dots, \lambda_i$

b. Bila  $\mu_i = 1$

b1. Kelompokkan sel-sel  $\tilde{T}_{1n}$  menjadi dua bagian, yaitu yang membentuk  $\tilde{T}_{A_i}$  (sebut himpunan indeks  $n$  demikian  $N_i$ ) dan yang tidak membentuk  $\tilde{T}_{A_i}$  (himpunan indeks sebut  $\bar{N}_i$ , dimana

$$|N_i| + |\bar{N}_i| = v_e$$

Karena  $\mu_i = 1$  maka berlaku

$$\begin{aligned} \tilde{S}_i &= \max_n \left\{ \tilde{T}_{A_i}, \max_{n \in N_i} T_{1n} \right\} - \tilde{T}_{A_i} \\ &= \max_n \left\{ 0, \max_{n \in \bar{N}_i} \min_{j \in \tilde{p}_1} (\tilde{T}_{1n} \ominus \tilde{p}_j) \right\} \end{aligned}$$

b2. Tulis di sebelah atas berjarak ke kanan  $\tilde{T}_{1n}, n \in N_i$  dan sebelah kiri berurutan ke bawah  $\tilde{p}_1, 1 = 1, 2, \dots, \lambda_i$ . Pada tiap sel  $(i, n)$  bentuk ungkapan  $\tilde{T}_{1n} \ominus \tilde{p}_j$ . Tabel  $S(i)$  didapat demikian:

$\tilde{S}_{ir} = \begin{cases} \text{kosong} & \text{bila pada sel } (i, n) \text{ terdapat siklus lebih.} \\ \tilde{T}_{1n} \ominus \tilde{p}_j & \text{bila tidak ada siklus lebih.} \end{cases}$

b3. Sebut  $L_0(n)$  himpunan semua indeks 1 pada kolom  $n$  yang selnya kosong dan  $\bar{L}_0(n)$  himpunan indeks yang selnya tak kosong. Maka

$$\tilde{S}_i^* = \max_{n \in \bar{N}_i} \left\{ \min_{1 \in \bar{L}_0(n)} \tilde{S}_{in}^{(i)} \right\}$$

dan

$$\tilde{S}_i = \max \left\{ 0, \tilde{S}_i^* \right\}$$

c. Bila  $\mu_i > 1$

c1. Untuk tiap baris  $m$  kelompokkan sel-sel  $\tilde{T}_{mn}$  menjadi kelompok yang membentuk  $\tilde{T}_{A_i}$  (himpunan indeks kolomnya  $N_i(m)$ ) dan yang tak membentuk  $\tilde{T}_{A_i}$  (himpunan indeks kolom  $\bar{N}_i(m)$ ).

Dalam  $\bar{N}_i(m)$  termasuk indeks kolom yang selnya kosong dan berada di bawah/di atas  $\tilde{P}_1, \tilde{P}_2, \dots, \tilde{P}_{\lambda_i}$  pada baris  $m' \neq m$  (himpunan indeks  $N_{oi}(m), \bar{N}_{o1}(m) \subset N_i(m)$ ).

c2. Kelompok yang membentuk  $\bar{T}_{Ai}$  diabaikan dan dibentuk tabel sebagai berikut :

$$\tilde{G}_{lmn}(i) = \begin{cases} \text{kosong bila pada tabel T(i) sel (m,n) kosong} \\ \tilde{G}_{mn} \ominus \tilde{P}_l \text{ bila sel tak kosong.} \end{cases}$$

Tabel-tabel yang terbentuk untuk  $l = 1, 2, \dots, \lambda_i$  disusun ke bawah dan keseluruhannya membentuk tabel  $S(i)$ . Ukuran tabel adalah  $\lambda_i u_i \times (v_e - \lambda_i u_i)$  yaitu  $\lambda_i u_i$  baris dan  $v_e - \lambda_i u_i$  kolom.

c3. Sebut  $\bar{K}_o(n)$  himpunan indeks pada kolom  $n$  yang selnya kosong dan  $\bar{K}(n)$  yang selnya tidak kosong. Kemudian cari minimum kolom yaitu

$$\min_{k \in \bar{K}(n)} \tilde{G}_{kn} ; n \in N' ; N' = \bar{N}_i(m) - \bigcup_{\substack{m' = 1, 2, \dots, \lambda_i \\ m' \neq m}} N_i(m')$$

Hitung  $s^*$  dari

$$\tilde{S}_i^* = \max_{n \in N'} \left\{ \min_{k \in \bar{K}(n)} \tilde{G}_{kn} \right\}$$

Lalu didapat

$$\tilde{S}_i = \max(0, \tilde{S}_i^*).$$

### CONTOH PERHITUNGAN.

Diberikan jaringan kerja seperti terlihat pada gambar 1. Marilah kita hitung menurut prosedur yang telah diutarakan.

1. Jaringan kerja mempunyai 13 kegiatan dan 3 kegiatan semu. Dipakai di sini abjad latin biasa dari a sampai m untuk 13 kegiatan ini, sedang untuk kegiatan semu tidak diberi tanda apa-apa. Lama pelaksanaan tiap kegiatan dinyatakan dalam bilangan "fuzzy" segitiga dan simbolnya terlihat pada tabel-1.

- Dengan cara yang sama seperti pada jaringan kerja biasa kita hitung lintasan untuk tiap kejadian. Didapat hasil sebagai terlihat pada tabel-2. Substitusi harga-harga  $\tilde{a}$ ,  $\tilde{b}$ , .....  $\tilde{m}$  dari tabel-1 pada harga  $p_i, i = 1, 2, \dots, \lambda_i$  tabel-2, maka didapat  $\tilde{T}_{\Delta i}$  seperti terlihat pada tabel-2.
- Dari tabel-2 terlihat bahwa untuk kejadian akhir -e:  $v_e = 11$ .
- Untuk tiap kejadian -i kita hitung panjang lintasan dari i menuju akhir -e,  $\tilde{q}_m, m = 1, 2, \dots, \mu_i$  (Tabel-2, kolom 3). Kini dapat dibentuk tabel T(i). Sebelah atas tabel ditulis  $\tilde{r}_n, n = 1, 2, \dots, v_e$ , sedang di sebelah kiri kolom pertama ditulis  $\tilde{q}_m, m = 1, 2, \dots, \mu_i$  untuk tiap kejadian -i. Pada tiap sel (m,n) dihitung  $\tilde{r}_n \ominus \tilde{q}_m$  dan disamping itu untuk kejadian dimana  $\mu_i > 1$  dicari siklus yang terbentuk dan sel yang bersangkutan dikosongkan. Lihat tabel-3. Substitusi harga-harga yang bersangkutan memberikan misalnya untuk kejadian-3.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1							11,33	8,3,2	11,3,2		7,8,12
2				11,3,3	8,3,2	11,3,2					10,7,11
3	11,3,3	8,3,2	11,3,2								6,8,10
4	10,7,7	7,7,6		6,7,5	3,7,4		9,8,6	6,8,5		11,3,2	5,5,11

Minimum tiap kolom adalah

11,3,3	8,3,2	11,3,2	6,7,5	3,7,4	11,3,2	11,3,3	8,3,2	11,3,2	11,3,2	5,9,11
10,7,7	7,7,6					9,8,6	6,8,5			

Sehingga maksimum minimum tiap kolom

$$\tilde{T}_{L3} = \max \{ (11,3,2); (5,9,11); \min \{ (11,3,3); (10,7,7) \} \}$$

Harga  $\tilde{T}_{Lj}$  selengkapnya terlihat pada tabel-4 kolom 2.

- Untuk kejadian 6,7,8,9 dan 10 dipakai langkah 5b karena untuk semua kejadian ini  $\mu_i = 1$ . Pada kejadian-7 misalnya ( $\lambda_i = 3$ ) sel-sel bisa dikelompokkan demikian :

membentuk  $\tilde{T}_{A7}$ : ac ad be

$$N_7 = \{4,5,6\}$$

tak membentuk  $\tilde{T}_{A7}$ :

acg—lh                      adg—lh                      beg—lh

acij—h                      adij—h                      beij—h

bf—h                      ack—mlh

$$\bar{N}_7 = \{1,2,3,7,8,9,10,11\}$$

Tabel S(7) yang dipakai dalam perhitungan, berukuran 3x8 (untuk praktisnya dipakai saja seperti susunan tabel T(7) dengan mengabaikan kolom 4,5,6, tak perlu memindahkannya. Dari pemeriksaan terlihat bahwa acg—lh  $\in$  ad = cg — lhd membentuk siklus lebih, jadi sel dikosongkan. Hasil pengosongan dan substitusi harga pada tabel—1 memberikan

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4,2,4						3,3,3			5,8,9	-1,4,8
	4,2,4						3,3,3		8,7,9	2,6,11
		4,2,4						3,3,3	5,2,4	-1,9,14

Minimum tiap kolom

4,2,4	4,2,4	4,2,4				3,3,3	3,3,3	3,3,3	5,2,4	-1,4,8
									5,8,9	-1,9,14

Sehingga

$$\tilde{S}_7 = \max\{0; (4,2,4); \min\{(5,2,4); (5,8,9)\}\}$$

Untuk kejadian 2,3,4 dan 5 dipakai langkah 5c. Misalnya untuk kejadian—5 ( $\bar{A}_5 = 3; A_5 = 3$ ):

Baris Tabel

T(5)

$$1 \quad N_5(4) = \{7,8,9\} \quad N_5(1) = \{1,2,3,4,5,6,10,11\}$$

$$2 \quad N_5(2) = \{4,5,6\} \quad N_5(2) = \{1,2,3,7,8,9,10,11\}$$

$$3 \quad N_5(3) = \{1,2,3\} \quad N_5(3) = \{4,5,6,7,8,9,10,11\}$$

Ukuran tabel S(5) menjadi  $\bar{A}_{5A_5} - (V_e - \bar{A}_{5A_5}) = 9 \times 2$ . Himpunan in-

deks n yang kolomnya perlu diperhatikan di sini adalah

$$N' = \bar{N}_5(1) - U_{m'=2,3} \quad N_5(m') = \{10, 11\}$$

Substitusi harga-harga dari tabel – 1, maka

	2,9,10	-4,5,9
	5,8,9	-1,4,2
	1,10,9	-5,5,7
	5,8,10	-1,7,12
	8,7,9	2,6,11
	4,9,9	-2,7,10
	2,3,5	-4,10,15
	5,2,4	-1,9,14
	1,4,3	-5,10,13

Minimum tiap kolom

1, 4, 3	-5, 5, 7
1, 10, 8, 9	-5, 10, 13

Jadi

$$\tilde{S}_5 = \max \left\{ 0; \min \left\{ (1,4,3); (1,10,19) \right\} \right\}$$

6. Perhitungan  $h_i$  dilakukan dengan cara elementer dari harga-harga  $\tilde{s}_i$ . Hasilnya diperlihatkan pada tabel 4.

Grafik fungsi keanggotaan masing-masing  $\tilde{T}_{A_i}$ ,  $\tilde{T}_{L_i}$  dan  $\tilde{s}_i$  untuk  $i = 1, 2, \dots, 10$  terlihat pada gambar 2–a sampai dengan 2–c.

## KESIMPULAN DAN DISKUSI.

Telah diberikan suatu cara sistematis bagaimana  $\tilde{T}_{A_i}$ ,  $\tilde{T}_{L_i}$  dan  $\tilde{s}_i$  dapat ditentukan pada suatu jaringan kerja "fuzzy". Seperti terlihat, prosedur perhitungan sederhana saja, walaupun ini tidak berarti hanya sedikit perhitungan yang perlu dilakukan. Hal yang terakhir ini, tentu saja tergantung dari kerumitan jaringan kerja itu sendiri.

Secara umum memang dapat disebutkan bahwa banyak langkah-langkah perhitungan yang harus dilaksanakan, karena prosedur didasarkan

pada jumlah lintasan yang menuju akhir jaringan kerja. Jumlah lintasan ini dapat dengan cepat membengkak untuk kejadian yang dekat dengan kejadian akhir, ( $\hat{X}_i$  besar) maupun pada kejadian yang dekat dengan awal jaringan ( $\hat{X}_i$  besar). Ada dua hal yang kiranya bermanfaat dilakukan di sini: **pertama**, karena prosedurnya sederhana maka dapat dirancang suatu program komputer yang tak terlalu rumit dan **kedua** perlu dicari prosedur yang menghasilkan lebih sedikit perhitungan. Kedua arah penelitian ini sedang menjadi bahasan lebih lanjut.

Hasil perhitungan menurut prosedur ini telah diperiksa dengan jalan menghitung  $T_{Ai}$ ,  $T_{Li}$  dan  $s_i$  pada jaringan kerja gambar — 1, dimana lama pelaksanaan kegiatan dianggap besaran bukan "fuzzy". Harganya divariasikan dari harga terkecil dan terbesar yang mungkin pada suatu kegiatan sesuai dengan tabel 1. Ini dilakukan sepuluh kali berpadanan dengan sepuluh tingkatan pada bilangan "fuzzy" yaitu tingkatan 0,0.1,0.2 .....0.9. Dengan jalan ini maka untuk tiap tingkatan terdapat  $2^{13}$  jaringan kerja dengan struktur yang sama tetapi lama pelaksanaan kegiatannya setiap kali berbeda satu buah.  $T_{Ai}$ ,  $T_{Li}$  dan  $s_i$  yang dihitung pada satu jaringan kerja kemudian dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh jaringan kerja lainnya untuk mencari maksimum dan minimumnya.



Tabel 1. Lama Pelaksanaan Tiap Kegiatan dan Simbolnya.

Simbol	Lama Pelaksanaan	Simbol	Lama pelaksanaan
a	(5,2,1)	g	(9,1,2)
b	(11,3,2)	h	(2,1,1)
c	(7,1,2)	i	(2,1,1)
d	(4,1,1)	j	(3,1,1)
e	(1,0,0)	k	(10,2,4)
f	(8,1,2)	l	(3,1,0)
		m	(6,2,1)

Tabel 2:

Banyaknya lintasan yang menuju kejadian—i dari awal,  $T_{Ai}$  dan banyaknya lintasan dari kejadian—i menuju kejadian akhir—e.

i	$\tilde{p}_1$	$T_{Ai}$	$q_m$	
2	$p_1 = a$	(5,2,1)	$q_1 = cgm$ $q_3 = cijlm$ $q_5 = dgm$ $q_7 = dijlm$	$q_2 = chlm$ $q_4 = ck$ $q_6 = dhlm$
3	$p_1 =$	(11,3,2)	$q_1 = egm$ $q_3 = eijlm$	$q_2 = ehlm$ $q_4 = flm$
4	$p_1 = ac$	(12,3,3)	$q_1 = gm$ $q_3 = ijlm$	$q_2 = hlm$ $q_4 = k$
5	$p_1 = ac$ $p_3 = be$	$p_2 = ad$ (12,3,3)	$q_1 = gm$ $q_3 = ijlm$	$q_2 = hlm$
6	$p_1 = ac$ $p_3 = be$	$p_2 = ad$ (12,3,3)	$q_1 = gm$	
7	$p_1 = ac$ $p_3 = be$	$p_2 = ad$ (12,3,3)	$q_1 = hlm$	
8	$p_1 = aci$ $p_3 = bei$	$p_2 = adi$ (14,4,4)	$q_1 = jlm$	
9	$p_1 = acij$ $p_3 = beij$ $p_5 = adh$ $p_7 = bf$	$p_2 = adij$ $p_4 = ach$ $p_6 = beh$ (19,4,5)	$q_1 = lm$	
10	$p_1 = acijl$ $p_3 = beijl$ $p_5 = adhl$ $p_7 = acg$ $p_9 = beg$	$p_2 = adijl$ $p_4 = achl$ $p_6 = behl$ $p_8 = adg$ $p_{10} = bfl$ (22,5,5)	$q_1 = m$	
11	$p_1 = acijlm$ $p_3 = beijlm$ $p_5 = adhlm$ $p_7 = acgm$ $p_9 = begm$ $p_{11} = ack$	$p_2 = adijlm$ $p_4 = achlm$ $p_6 = behlm$ $p_8 = adgm$ $p_{10} = bflm$ (28,7,6)		

Tabel 3 : Tabel T (I) untuk tiap kejadian--

Urutanan  $r_n$

	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
I	M	$q_m$											
10	1	m	acg	adg	begm	achlm	adhlm	behlm	acjlm	edijlm	beijlm	bfilm	ack
9	1	lm	acg-l	adg-l	beg-l	achl	adhl	behl	acjl	edjl	bejl	bf	ack-m
8	1	gm	ac	ad	be	ach-g	adh-g	beh-g	acj-g	edj-g	bej-g	bf-g	ack-mg
7	1	hlm	acg-lh	adg-lh	beg-lh	ac	adh-lh	be-lh	acj-lh	edj-lh	bej-lh	bf-lh	ack-mlh
6	1	ijlm	acg-lj	adg-lj	beg-lj	ach-lj	adh-lj	beh-lj	acj-lj	edj-lj	bej-lj	bf-lj	ack-mlj
5	1	ijlm	-	-	-	-	ad	be	ac	ad	be	bf-lj	ack-mlij
4	2	hlm	-	-	-	ac	-	-	-	-	-	bf-lh	ack-mlih
3	1	ejilm	ac	ad	be	-	-	-	-	-	-	bf-lg	ack-mg
2	2	ghlm	-	-	-	ac-e	ad-e	b	ac-e	ad-e	b	-	ack-mlje
3	3	agm	ac-e	ad-e	b	-	-	-	-	-	-	-	ack-mlhe
4	1	ijlm	acg-lf	adg-lf	-	ach-f	adh-f	-	acj-f	edj-f	-	-	ack-mgfs
4	2	ijlm	-	-	-	ac	ad	be	ac	ad	be	b	ack-mif
3	3	gml	ac	ad	be	-	-	-	-	-	-	bf-lh	-
4	4	k	-	edgmk	begmk	-	adhmk	behmk	-	edjmk	bejmk	bfmg	-
2	1	ijlmc	-	-	-	a	-	be-c	a	-	be-c	-	ac
3	3	hlmc	a	-	-	-	-	-	-	-	-	bf-lh	-
4	4	klc	a	be-c	begmk	-	behmk	be-c	-	-	-	bf-hc	-
5	5	ijlmd	-	-	-	-	behmk	-	-	-	beijmk	bfilm	a
6	6	hlmjd	-	-	-	a	be-d	-	-	a	be-d	bf-ljd	-
-	-	gmd	-	a	be-d	-	-	-	-	-	-	bf-hd	-
												bf-gd	-

Tabel 4 : Perhitungan  $\tilde{T}_{Li}$ ,  $\tilde{s}_i$  dan  $h_i$ .

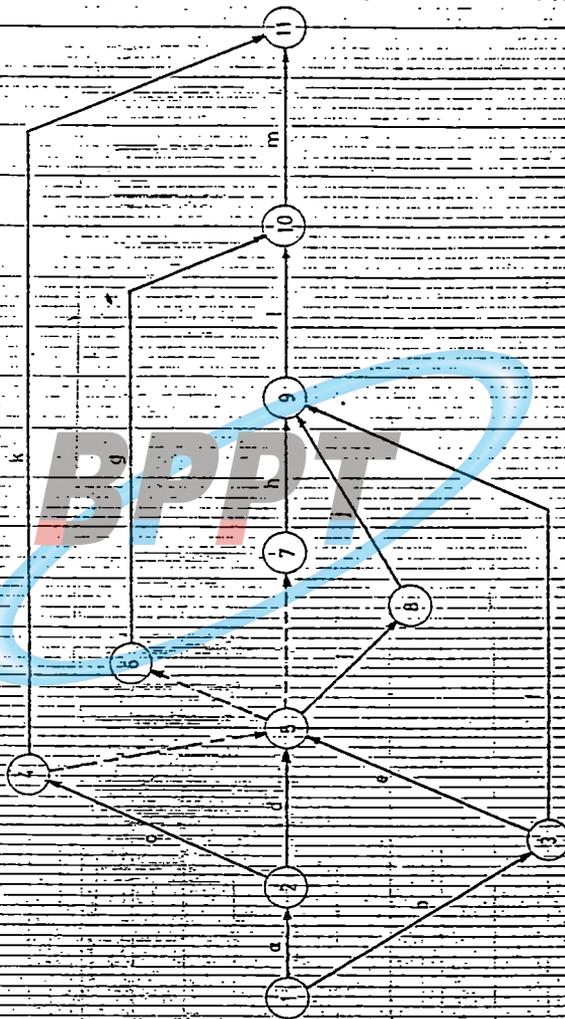
i	$\tilde{T}_{Li}$	$\tilde{s}_i$	$h_i$
2	$\tilde{\max} \{(5,2,1);(6,9,7)\}$	$\tilde{\max} \{0;(1,10,9)\}$	0.9
3	$\tilde{\max} \{(11,3,2);(5,9,11);$ $\tilde{\min} \{(11,3,3);(10,7,7)\}\}$	$\tilde{\max} \{0;(-6,11,14);$ $\tilde{\min} \{(0,5,6);(-1,9,10)\}\}$	1
4	$\tilde{\max} \{(12,3,3);(13,7,6)\}$	$\tilde{\max} \{0;(1,10,9)\}$	0.9
5	$\tilde{\max} \{(12,3,3);(13,7,6)\}$	$\tilde{\max} \{0;\min \{(1,4,3);(1,10,9)\}\}$	0.9
7	(17,5,6)	$\tilde{\max} \{0;(4,2,4);\min \{(52,4);(5,8,9)\}\}$	0
8	(16,5,6)	$\tilde{\max} \{0;(1,3,5);$ $\tilde{\min} \{(2,3,5);(2,9,10)\}\}$	0.67
9	(19,4,5)	$\tilde{\max} \{0;\min \{(-1,9,10);(1,3,5)\}\}$	1
10	(22,5,5)	$\tilde{\max} \{0;\min \{(-5,5,7);(-6,11,14)\}\}$	1



BPPT

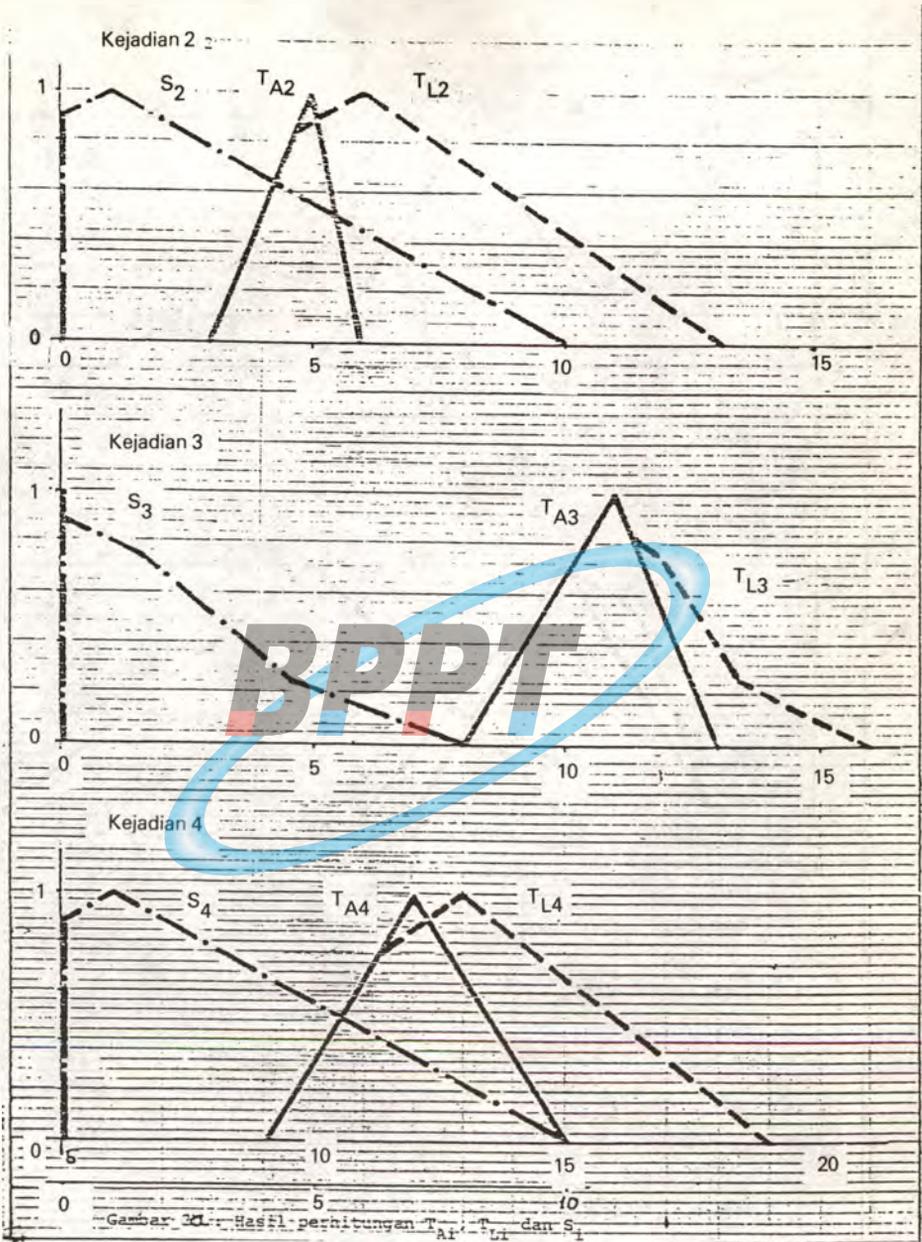
**DAFTAR ACUAN.**

1. Gazdik, I. "Fuzzy Network Planning – FNET" IEEE Transaction on Reliability, Vol. R–32, August 1983.
2. Nasution, S.H. "Metode baru lintasan kritis: pemakaian bilangan "fuzzy". Majalah BPPT No. XIII, 1986.
3. Nasution, S.H. "Analisa besaran dasar jaringan kerja 'fuzzy' ". Majalah BPPT No. XVI, 1987.

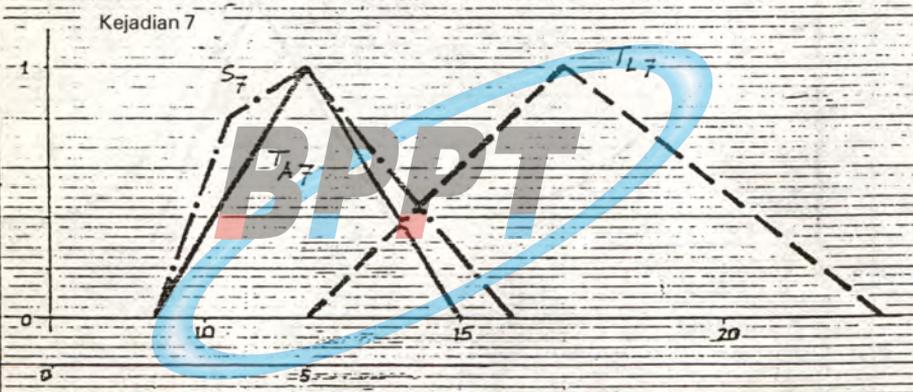
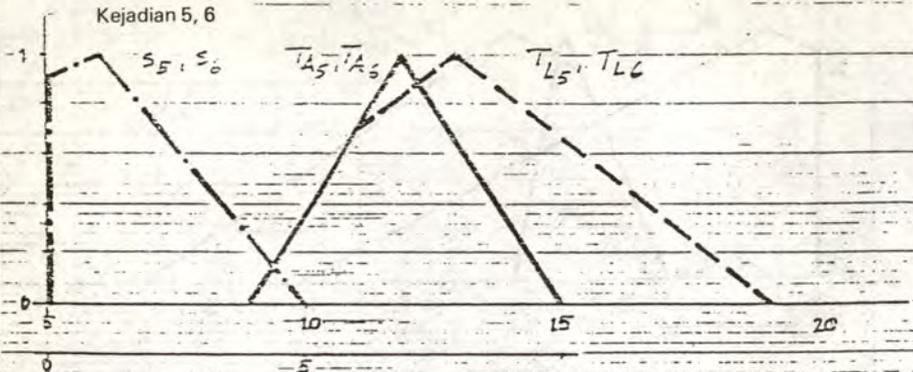


Gambar 1 Jaringan Kerja

Gambar 1 : Jaringan Kerja.



Gambar 2a: Hasil perhitungan  $T_{Ai}$ ,  $T_{Li}$ , dan  $S_i$

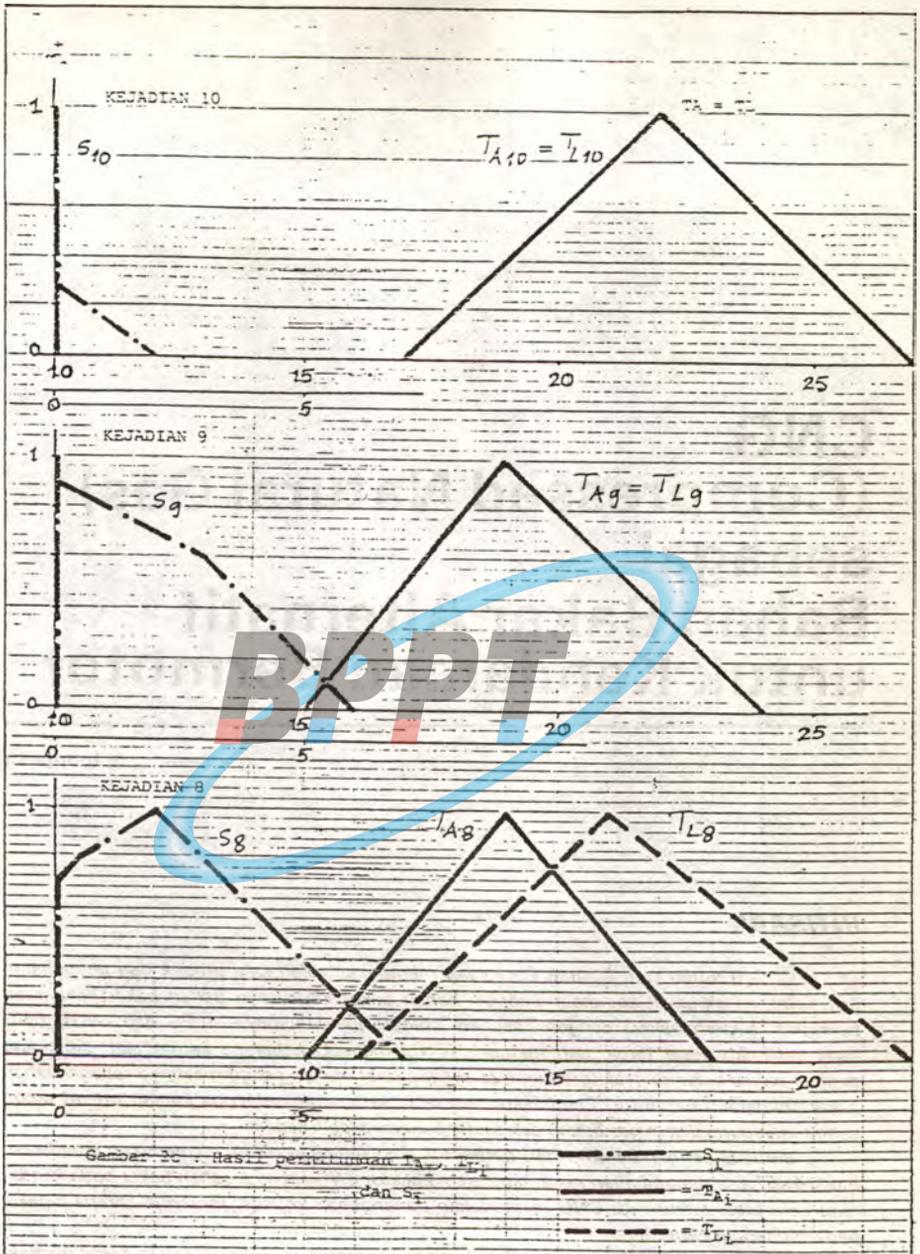


Gambar 2b : Hasil perhitungan  $T_{A_i}$ ,  $T_{L_i}$ , dan  $S_i$



DIN A 4 (210 x 297)

Gambar 2b: Hasil Perhitungan  $T_{A_i}$ ,  $T_{L_i}$  dan  $S_i$



DIN A 1 (210 x 287)

Gambar 2c : Hasil perhitungan  $T_{A_i}$ ,  $T_{L_i}$  dan  $S_i$