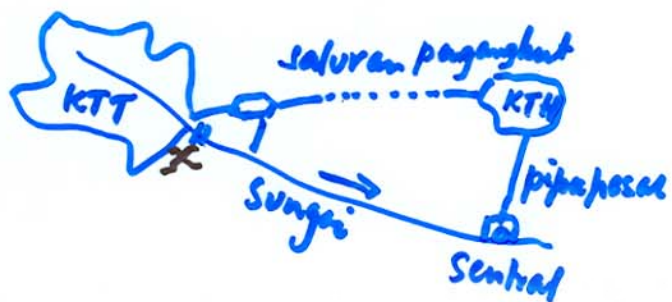


ANALISIS PENGUKURAN DEBIT SUNGAI

Untuk perencanaan BTA perlu pengukuran debit sungai ditampal yang dipilih (X)



Pengukuran $Q = f(t)$

manual: 2x (pagi/sore)

AWLR : temuan

selama 10 a 20 tahun

Garis Debit Harian
(Daily Flow Curve)

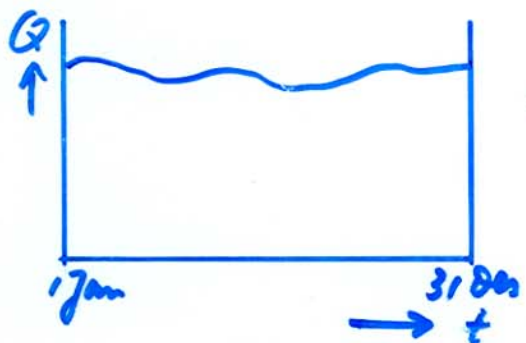


Q_{rth} harian selama 365 hari menghasilkan

Garis Debit Tahunan
(Yearly Flow Curve)



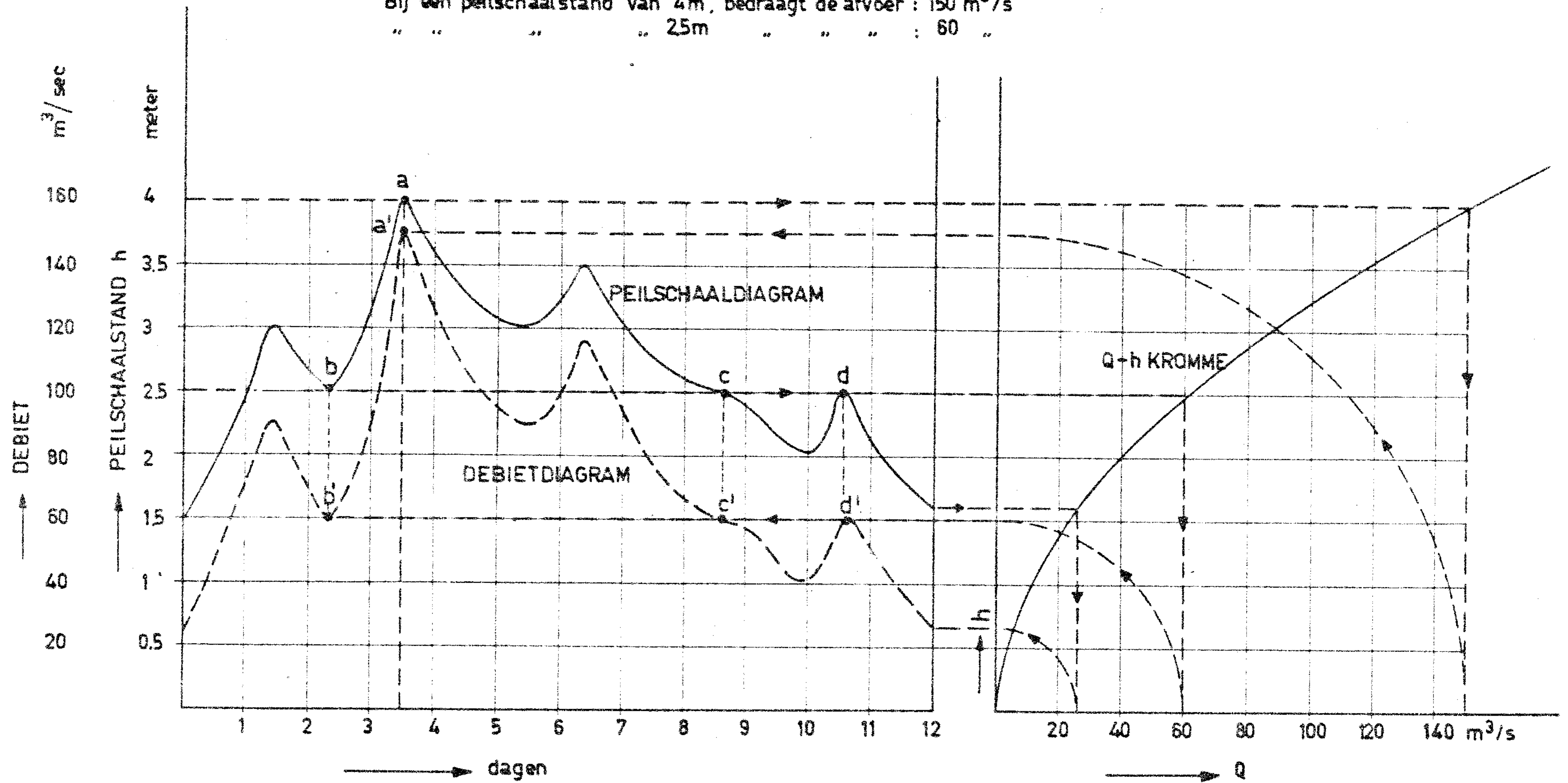
* Garis Debit Tahunan ini tipis untuk Sungai Liar (tak berindustrikan suatu daerah) di daerah tropik.



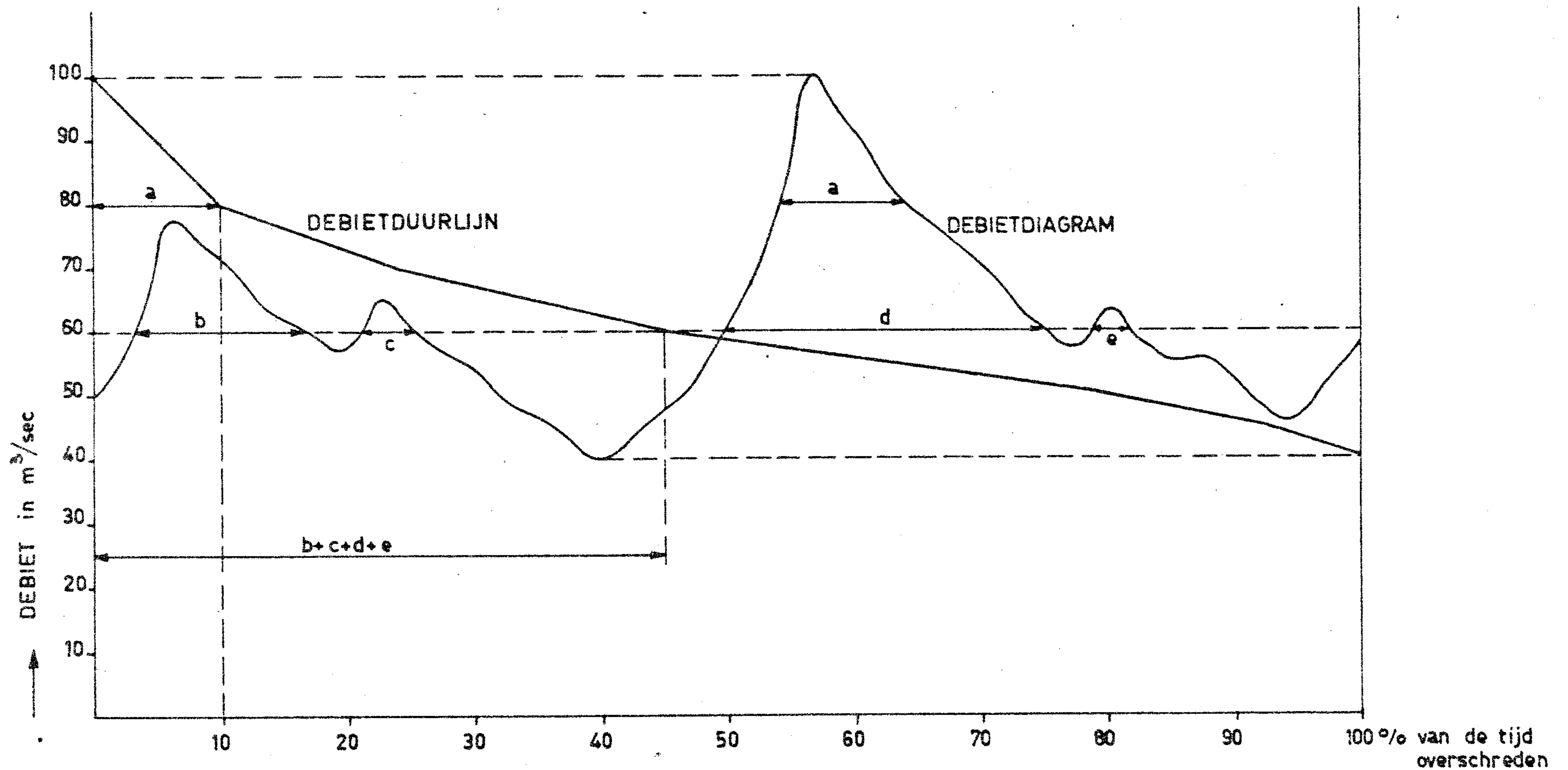
* Garis Debit Tahunan untuk Sungai yang berindustri pada daerah opt S. Asahan, S. Larona dll. (danau Toba) (danau Towuti), adalah opt gambar samping.

GRAFISCHE BEPALING VAN HET DEBIETDIAGRAM UIT HET PEILSCHAALDIAGRAM MET BEHULP VAN DE Q-h KROMME.

Bij een peilschaalstand van 4m, bedraagt de afvoer : 150 m³/s
 " " " " " 25m " " " : 60 "



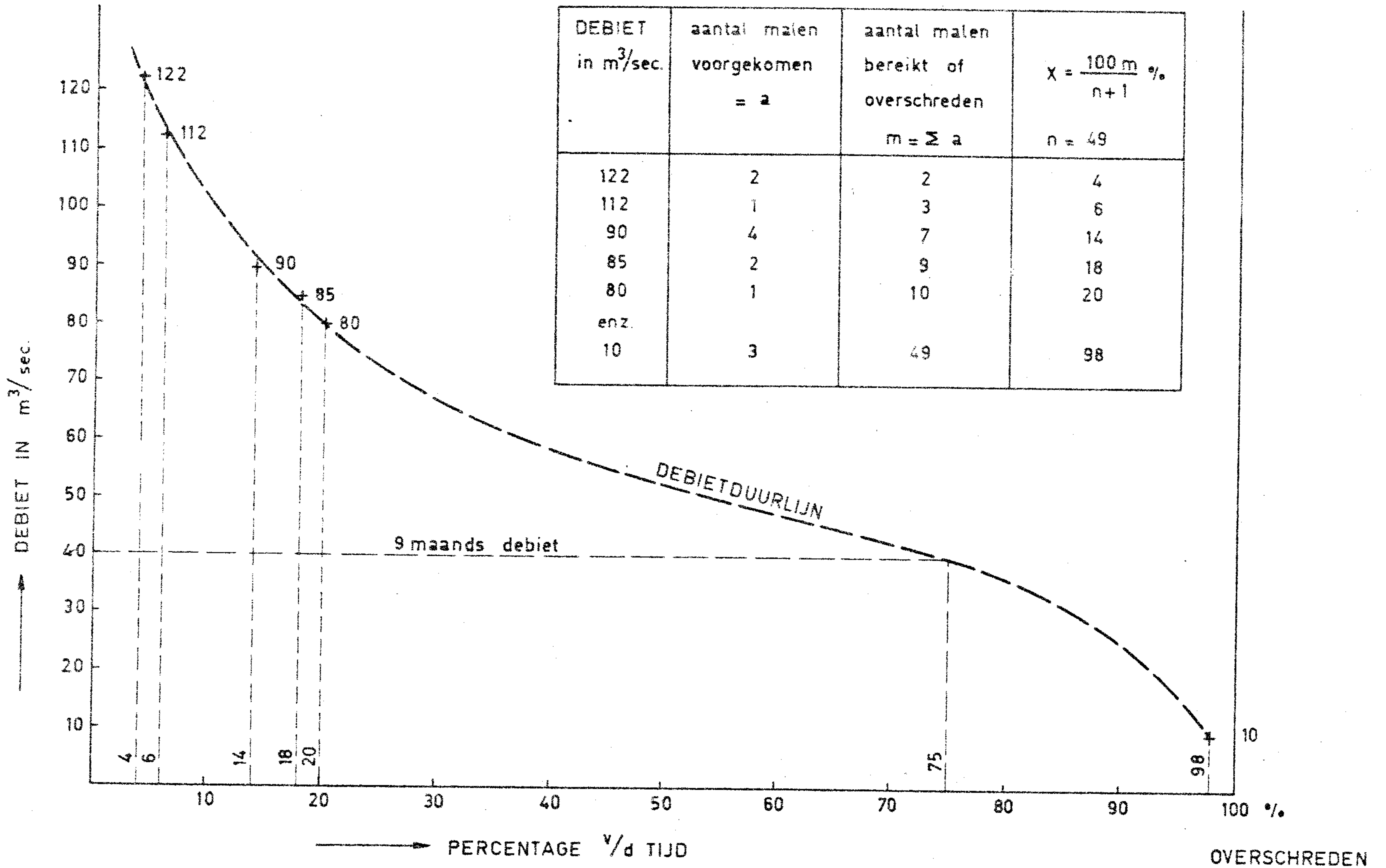
GRAFISCHE BEPALING VAN DE DEBIETDUURLIJN UIT HET DEBIETDIAGRAM



UIT DE DUURLIJN IS AF TE LEZEN DAT BIJVOORBEELD
EEN DEBIET VAN 80 m^3/sec GEDURENDE 10% v.d. TIJD IS OVERSCHREDEN.

CONSTRUCTIE VAN DE DEBIETDUURLIJN UIT EEN REEKS WAARNEMINGEN.

DEBIET in m ³ /sec.	aantal malen voorgekomen = a	aantal malen bereikt of overschreden m = Σ a	$X = \frac{100 m}{n+1} \%$ n = 49
122	2	2	4
112	1	3	6
90	4	7	14
85	2	9	18
80	1	10	20
enz.			
10	3	49	98

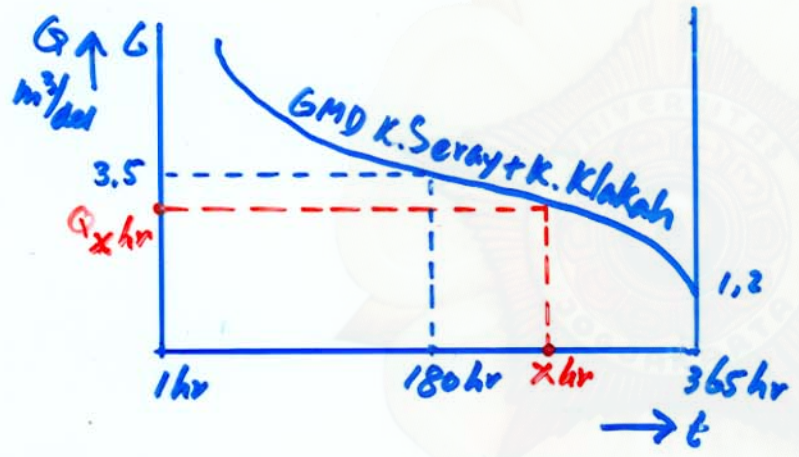


Garis Masa Debit (GMD)
(Flow Duration Curve)

Garis masa debit dibentuk dengan menyusun besar debit dalam jangka waktu tertentu (t) yang disusun dari Q_{max} sampai Q_{min} sebagai ordinat dan waktu atau Q_0 waktu sebagai absis

Konstruksinya dapat secara $\left\{ \begin{array}{l} \text{grafis (Gb. TA-10)} \\ \text{tabel (Gb. TA-11)} \end{array} \right.$

Mis. K. Serayu + K. Klakah untuk PLTA Garung.



Def. $Q_{x \text{ hari}}$ = suatu debit yang selama x hari paling sedikit didominasi oleh debit sungai (jumlahnya di lebih)

Kriteria Praktis untuk Eksploitasi Tenaga Air

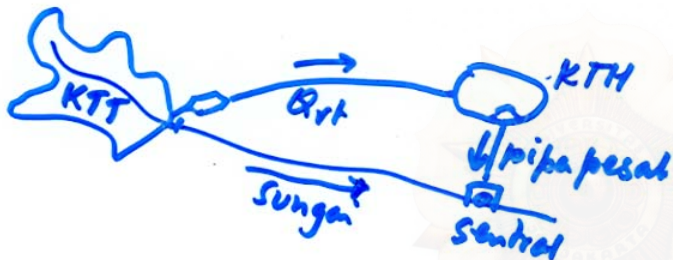
$\frac{Q_{max}}{Q_{min}} \leq 10$

Contoh:

Sungai	Q_{max}/Q_{min}	
La Maronoe	50	Jelek
Larona	8	Baik
Asahan	6	Baik
Stuvaluleailo	6	Baik
Citarum	425	Jelek
Serayu + Klakah	5	Baik

MENETAPKAN DEBIT PEMBANGUNAN

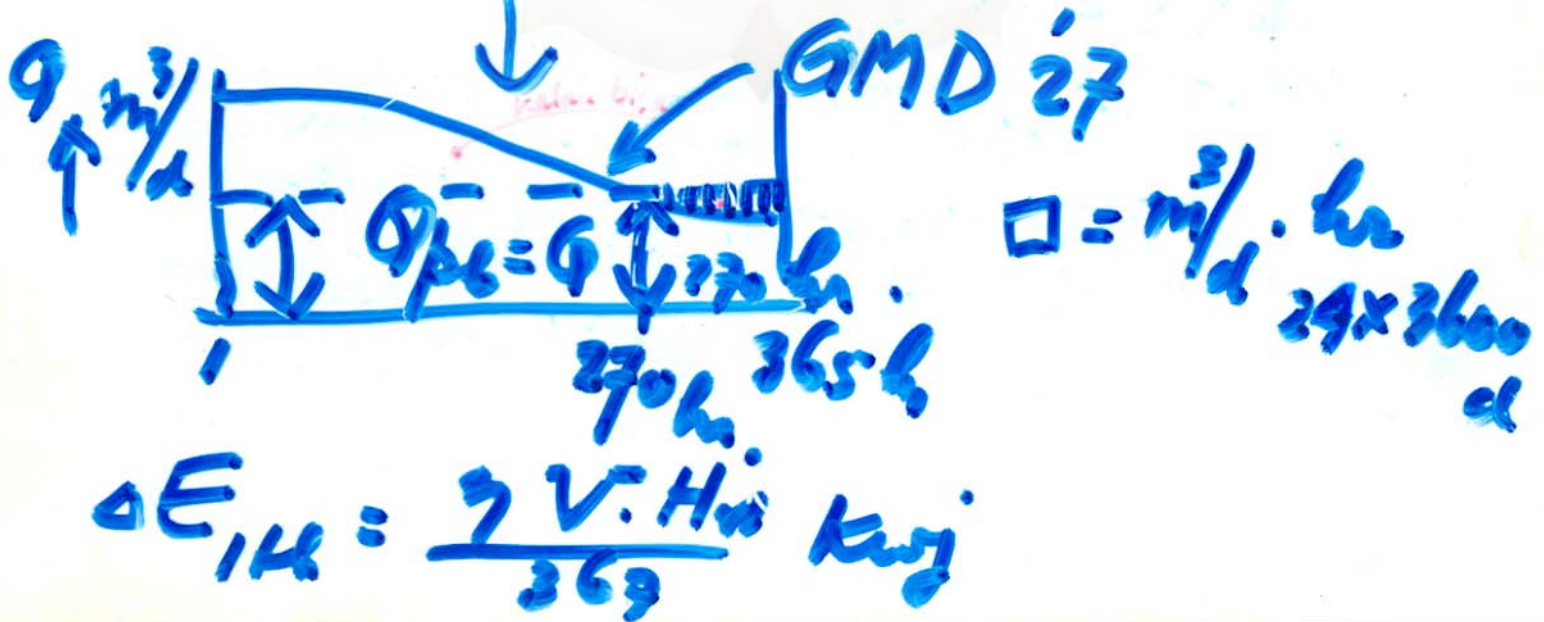
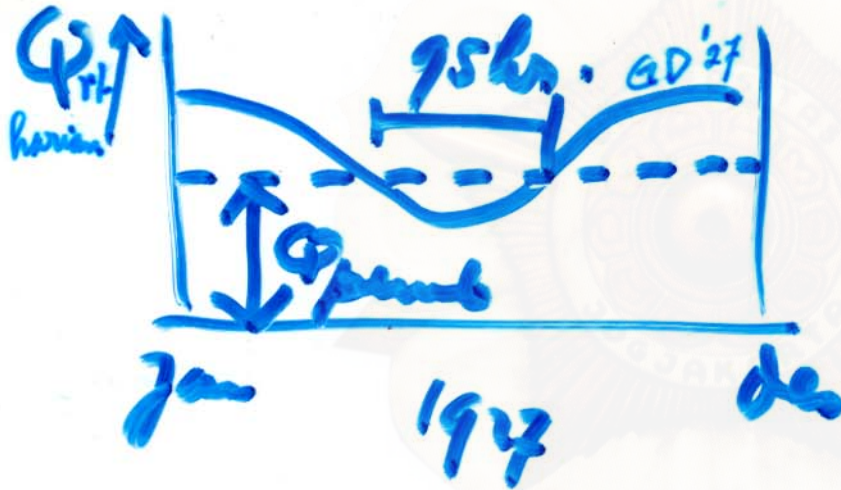
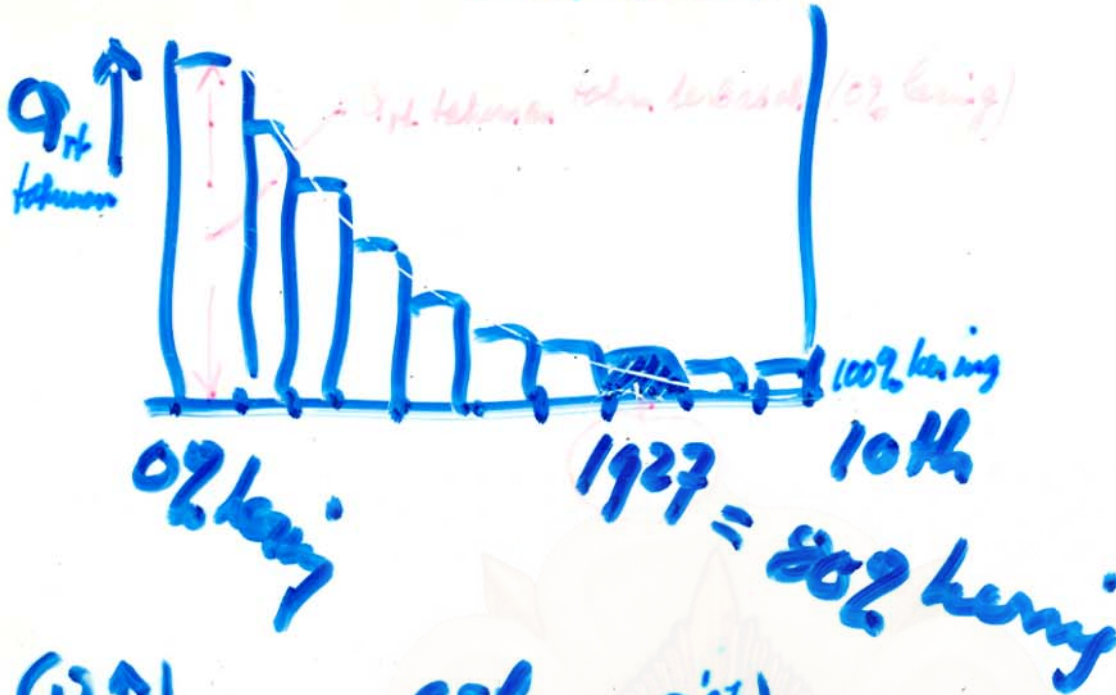
$$Q_{pamb} = Q_{uitkouv}$$

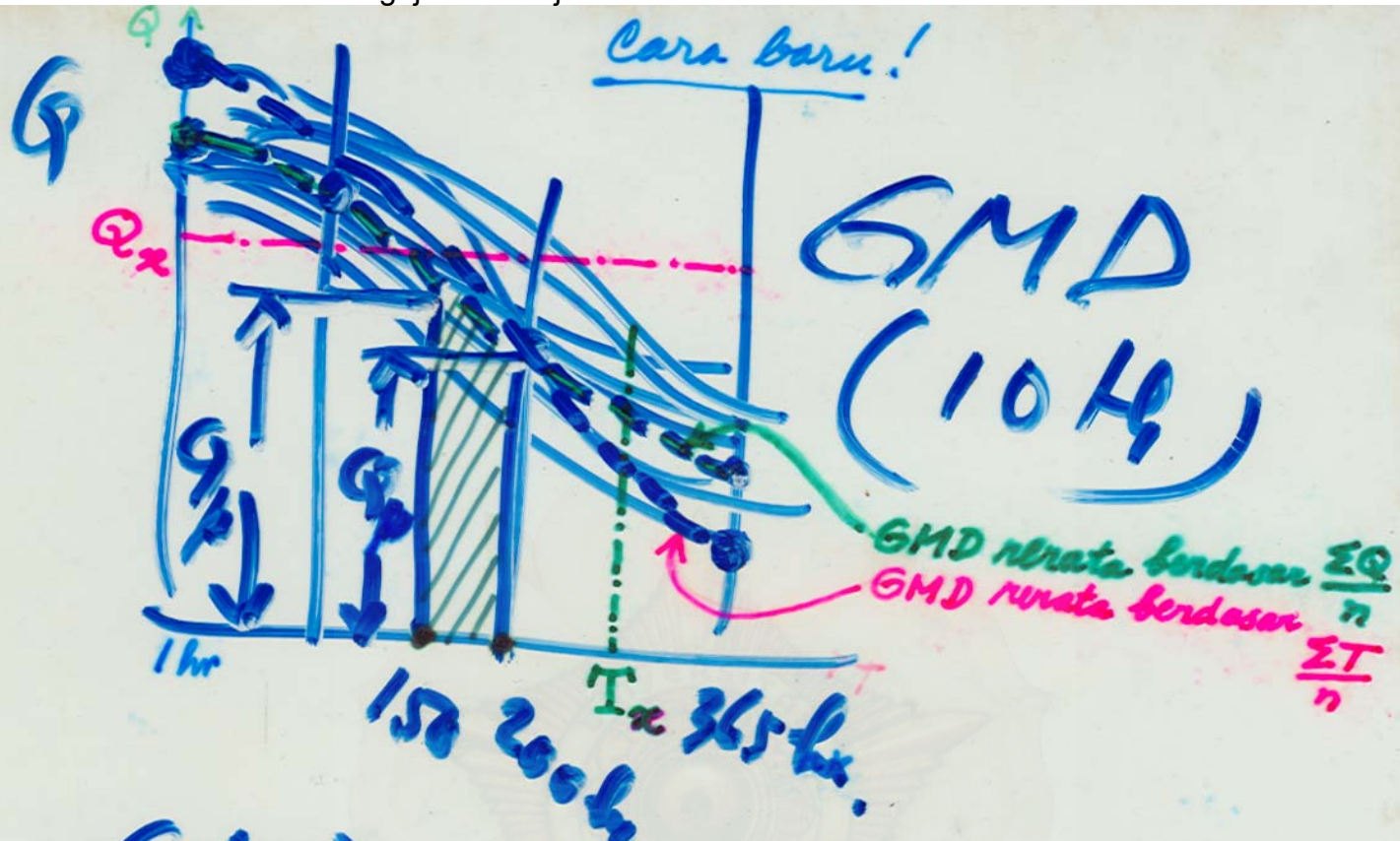


- Cara lama (Sebelum Perang Dunia ke-II).

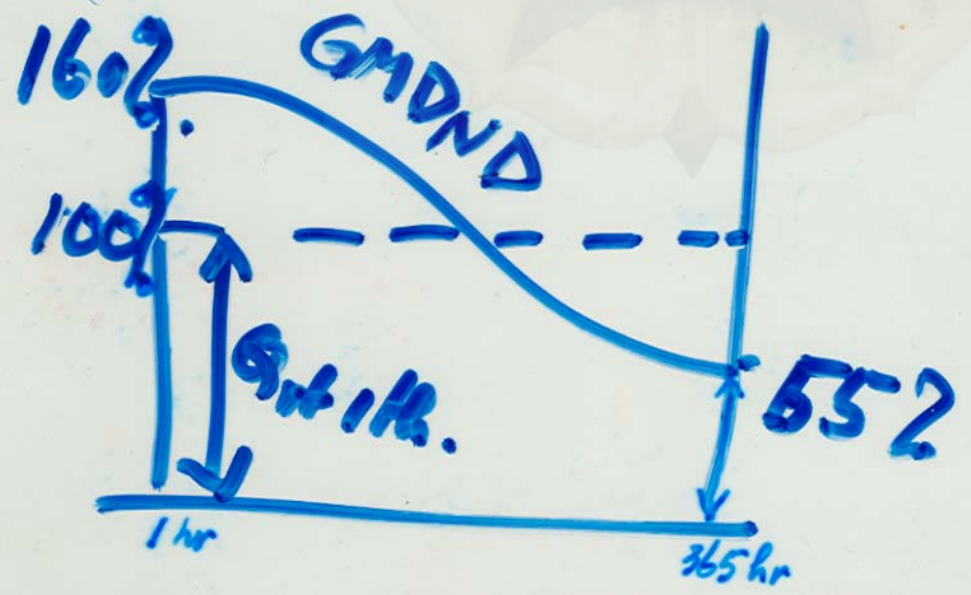
$Q_{pamb} = Q_{270hr}$ dari garis masa debit tahun yang 80% kering dalam periode tertentu (10 th)

GMD Periode 10th



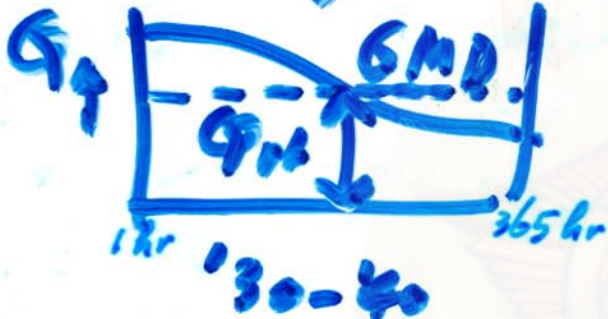
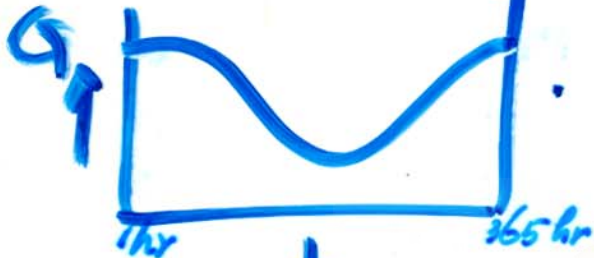


GMDND (ordinat dlm % Q_{rt})



K. Serayu

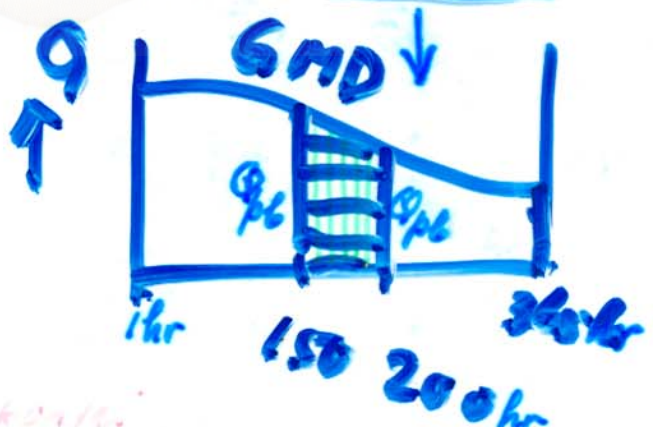
data debit ('30-40)



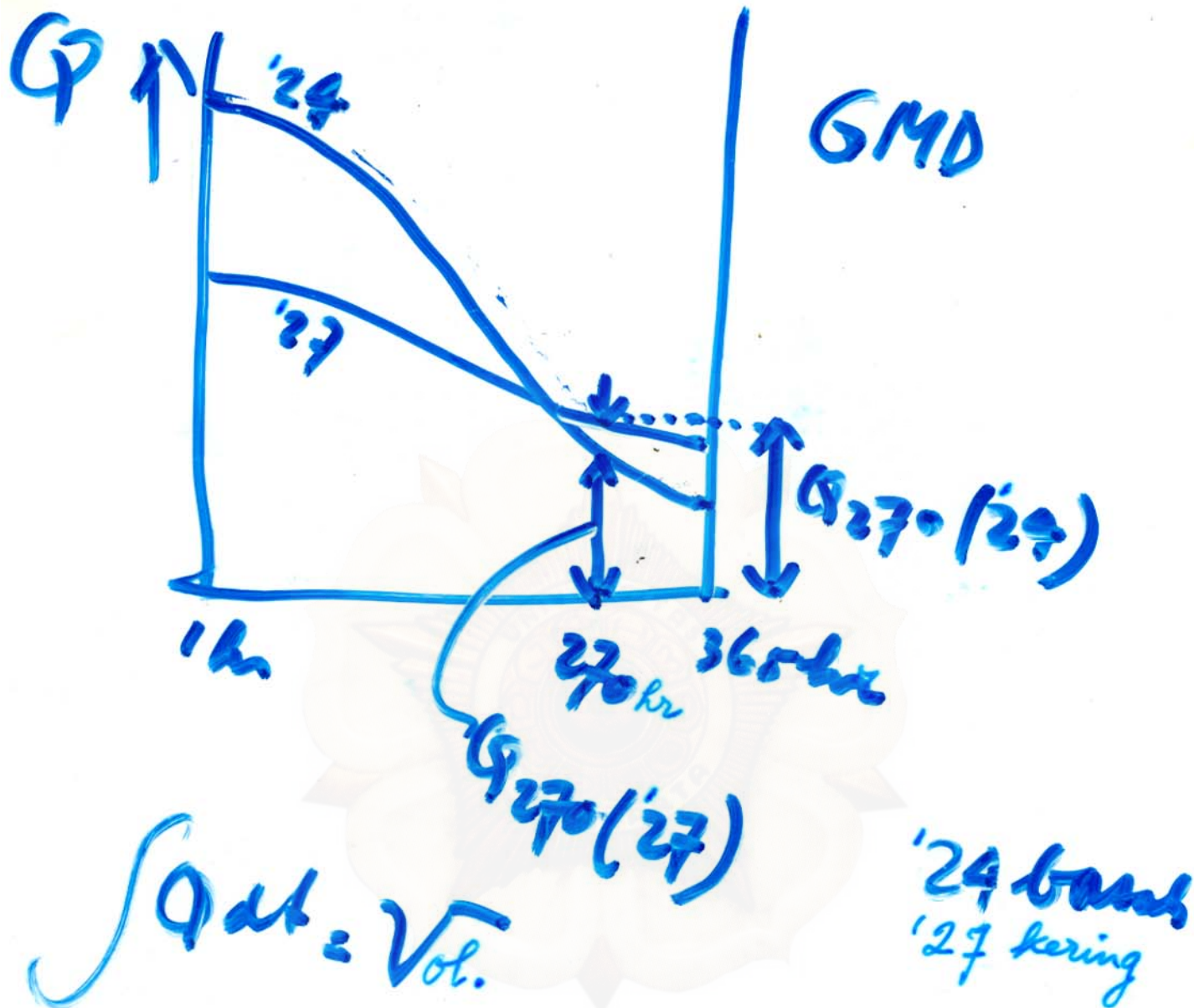
K. Progo

data hujan. ('30-40)

Hidrologi



* Sifat:
 Triang sungai yang klimatologi
 berbeda-beda (berdekatan, mendakap)
 GMDND yang sama (komponen)



Kejelekan asra lama!

- (1) relatif, tergantung banyaknya data (tahun) atau tahu yg 80% kering dapat bergeser.
- (2) tidak wajar dalam kasus seperti digambarkan di atas.
 $Q_{pemb} \text{ tahu basah} < Q_{pembangunan} \text{ tahu kering}$

LANGKAH-LANGKAH PERHITUNGAN ANALISIS FREKUENSI UNTUK BANJIR, KEKERINGAN DAN DEBIT ANDALAN

1. "**Keterangan data:**" masukkan informasi umum (misalkan lokasi dari data yang diproses).
2. "**Cara urut data:**" masukkan cara urut data yang dikehendaki.
Keterangan: B = urutan besar ke kecil; K = kecil ke besar

Contoh: Untuk analisis banjir, maka input yang sebaiknya dimasukkan adalah "B," sedangkan Untuk analisis kekeringan maka input yang sebaiknya dimasukkan adalah "K."
3. "**Jenis Data:**" masukkan informasi mengenai jenis data yang diproses.
Keterangan: E = data ekstrim tahunan; B = bukan data ekstrim tahunan.

Contoh: Untuk analisis banjir maupun debit kekeringan, maka input yang harus dimasukkan adalah "E"
4. "**Jumlah kelas:**" masukkan informasi mengenai jumlah yang dikehendaki untuk uji Chi-Kuadrat.
Jumlah kelas digunakan untuk menentukan probabilitas teoritis pada masing-masing distribusi.
5. "**Confidence Interval:**" masukkan informasi mengenai jumlah yang dikehendaki untuk uji Chi-Kuadrat.
Masukkan berapa persen tingkat kesalahan yang dikehendaki dari distribusi teoritis terhadap data lapang (masukkan pada baris 'Confidence Interval'), misalkan menginginkan 95% distribusi teoritis diterima, berarti 5% ditolak, isi pada baris 'Confidence Interval' 0.05.
5. Letakkan banyaknya "kala-ulang" yang dikehendaki pada baris "Probabilitas." Baik "kala-ulang" maupun "probabilitas andalan" semuanya harus diinputkan dalam bentuk prosentase probabilitas.
7. Setelah semua "data masukan" dimasukkan,
klik tombol '**PROSES**' untuk memulai perhitungan Analisis Frekuensi.

Keterangan data : Data Hujan Kali Sampean

Cara urut data : B Keterangan: B = urutan besar ke kecil; K = kecil ke besar

Jenis data : B Keterangan: E = data ekstrim tahunan; B = bukan data ekstrim tahunan

Data Uji Chi Kuadrat

Jumlah kelas : 5 Keterangan: Jumlah kelas yang dikehendaki untuk uji Chi-Kuadrat

Confidence Interval : 0,05 Keterangan: Derajat Ketidak-percayaan yang diinginkan

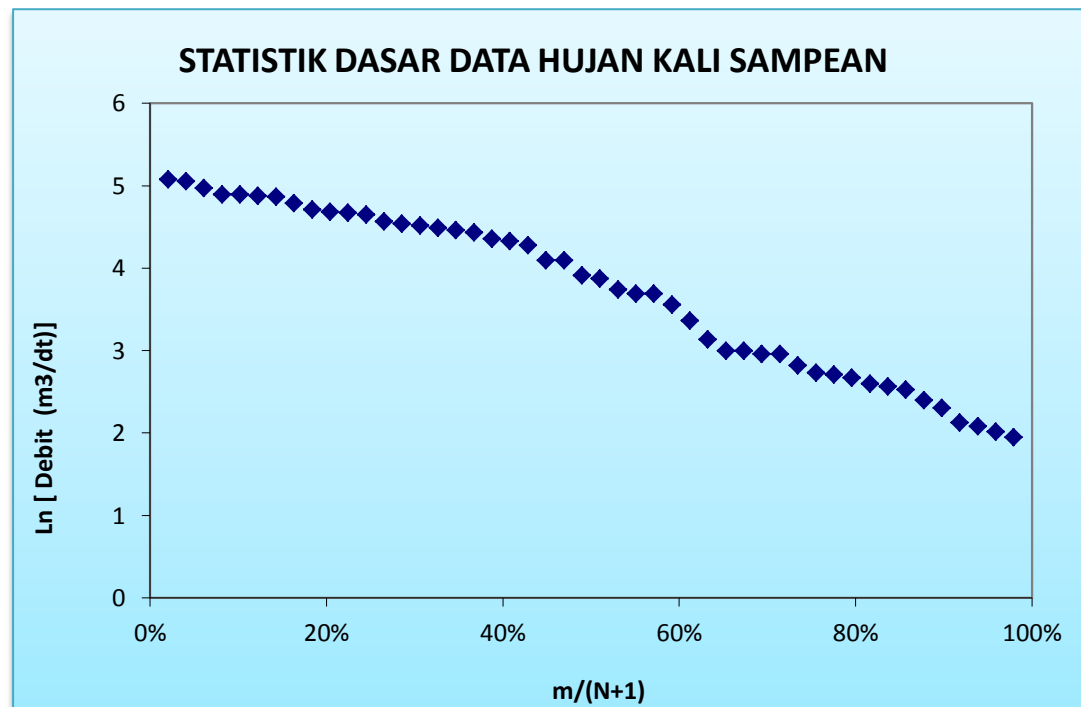
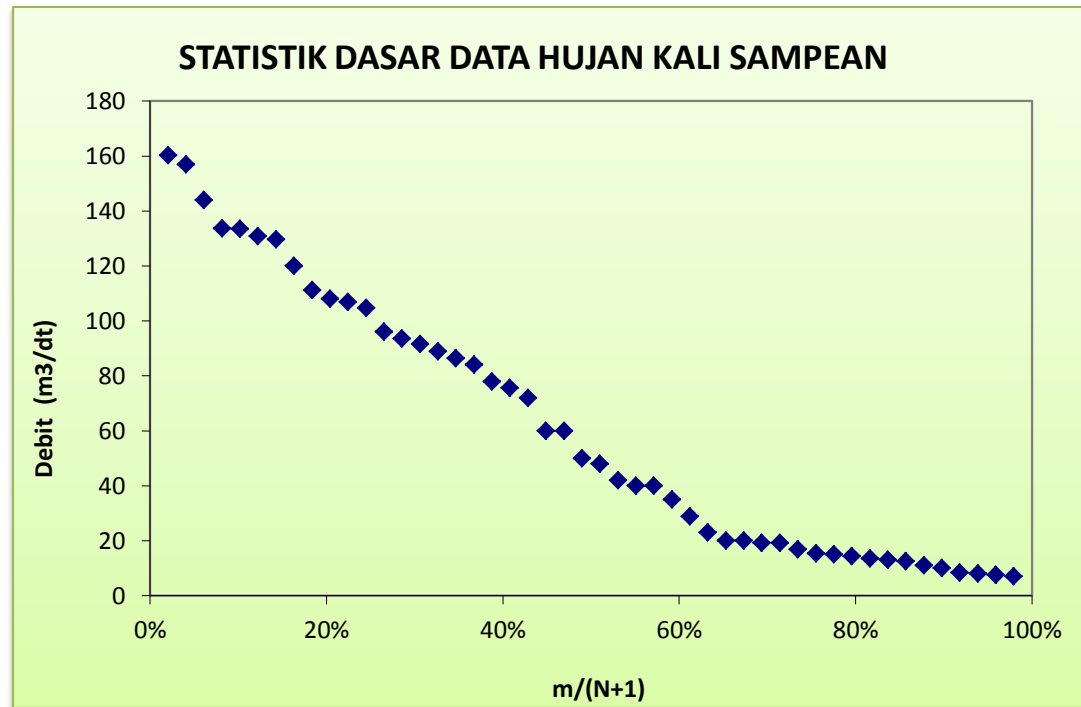
Bulan	Debit (m ³ /dt)	Probabilitas Sesuai Urutan
Jan-98	130,8	99,50%
Feb-98	133,6	99,00%
Mar-98	111,2	98,00%
Apr-98	60,0	96,00%
Mei-98	40,0	95,00%
Jun-98	20,0	90,00%
Jul-98	10,0	80,00%
Agust-98	15,0	50,00%
Sep-98	19,2	20,00%
Okt-98	50,0	10,00%
Nop-98	108,0	4,00%
Des-98	120,0	5,00%
Jan-99	104,6	2,00%
Feb-99	106,9	1,00%
Mar-99	89,0	0,50%
Apr-99	48,0	
Mei-99	19,2	
Jun-99	11,0	
Jul-99	8,0	
Agust-99	7,0	
Sep-99	15,36	
Okt-99	40	
Nop-99	86,4	
Des-99	96	
Jan-00	156,96	
Feb-00	160,32	
Mar-00	133,44	
Apr-00	72	
Mei-00	28,8	
Jun-00	14,4	
Jul-00	13	
Agust-00	20	
Sep-00	23,04	
Okt-00	60	
Nop-00	129,6	
Des-00	144	
Jan-01	91,56	
Feb-01	93,52	
Mar-01	77,84	
Apr-01	42	
Mei-01	16,8	
Jun-01	8,4	
Jul-01	7,5	
Agust-01	12,5	
Sep-01	13,44	
Okt-01	35	
Nop-01	75,6	
Des-01	84	

PROSES

STATISTIK DASAR DATA HUJAN KALI SAMPEAN

Plotting: $m/(N+1) = P(x \geq X)$

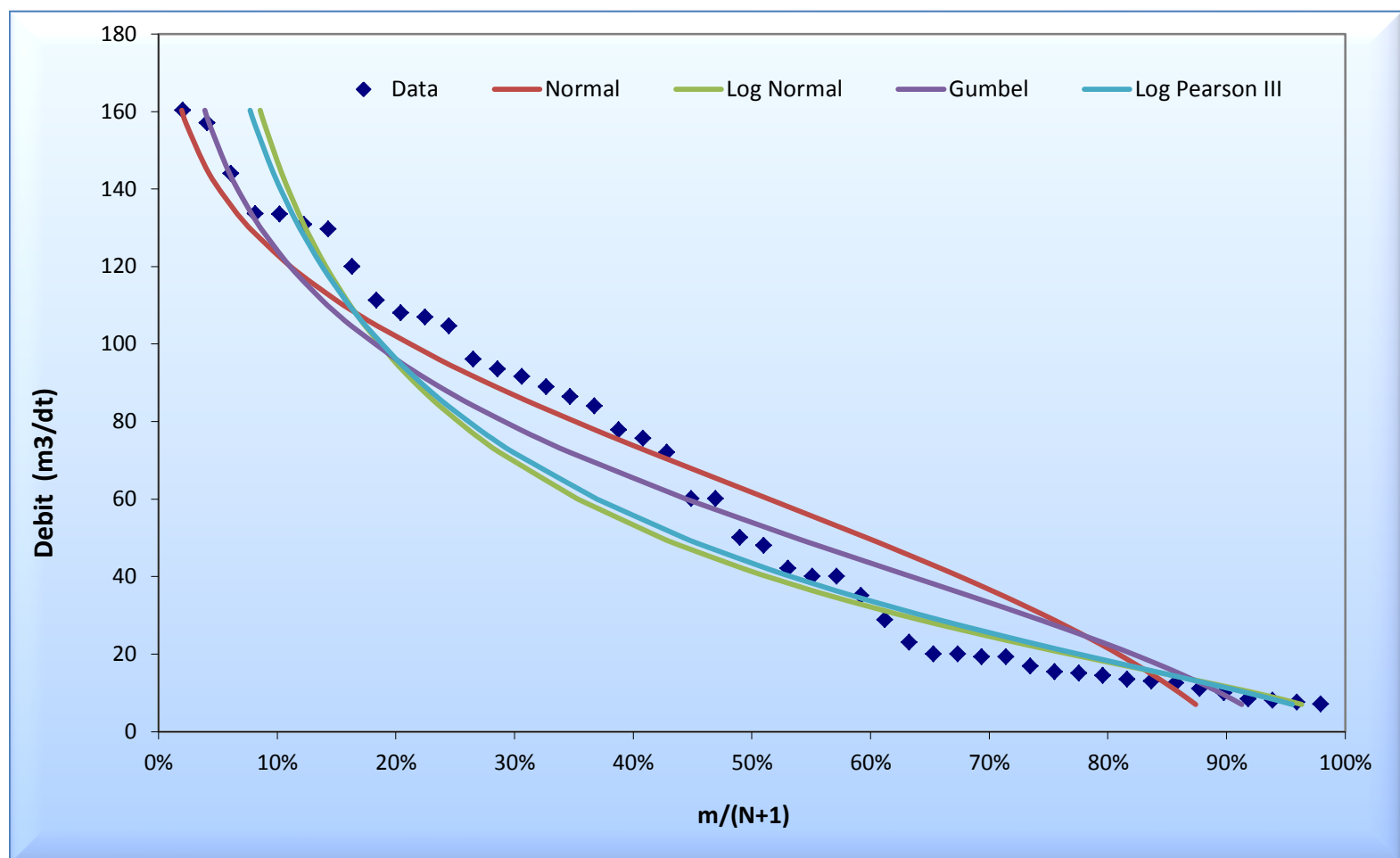
m	m/(N+1)	Bulan	Debit (m3/dt)	Ln [Debit (m3/dt)]
1	0,020	Feb 2000	160,320	5,077
2	0,041	Jan 2000	156,960	5,056
3	0,061	Des 2000	144,000	4,970
4	0,082	Feb 1998	133,600	4,895
5	0,102	Mar 2000	133,440	4,894
6	0,122	Jan 1998	130,800	4,874
7	0,143	Nop 2000	129,600	4,864
8	0,163	Des 1998	120,000	4,787
9	0,184	Mar 1998	111,200	4,711
10	0,204	Nop 1998	108,000	4,682
11	0,224	Feb 1999	106,880	4,672
12	0,245	Jan 1999	104,640	4,651
13	0,265	Des 1999	96,000	4,564
14	0,286	Feb 2001	93,520	4,538
15	0,306	Jan 2001	91,560	4,517
16	0,327	Mar 1999	88,960	4,488
17	0,347	Nop 1999	86,400	4,459
18	0,367	Des 2001	84,000	4,431
19	0,388	Mar 2001	77,840	4,355
20	0,408	Nop 2001	75,600	4,325
21	0,429	Apr 2000	72,000	4,277
22	0,449	Apr 1998	60,000	4,094
23	0,469	Okt 2000	60,000	4,094
24	0,490	Okt 1998	50,000	3,912
25	0,510	Apr 1999	48,000	3,871
26	0,531	Apr 2001	42,000	3,738
27	0,551	Mei 1998	40,000	3,689
28	0,571	Okt 1999	40,000	3,689
29	0,592	Okt 2001	35,000	3,555
30	0,612	Mei 2000	28,800	3,360
31	0,633	Sep 2000	23,040	3,137
32	0,653	Jun 1998	20,000	2,996
33	0,673	Agust 2000	20,000	2,996
34	0,694	Sep 1998	19,200	2,955
35	0,714	Mei 1999	19,200	2,955
36	0,735	Mei 2001	16,800	2,821
37	0,755	Sep 1999	15,360	2,732
38	0,776	Agust 1998	15,000	2,708
39	0,796	Jun 2000	14,400	2,667
40	0,816	Sep 2001	13,440	2,598
41	0,837	Jul 2000	13,000	2,565
42	0,857	Agust 2001	12,500	2,526
43	0,878	Jun 1999	11,000	2,398
44	0,898	Jul 1998	10,000	2,303
45	0,918	Jun 2001	8,400	2,128
46	0,939	Jul 1999	8,000	2,079
47	0,959	Jul 2001	7,500	2,015
48	0,980	Agust 1999	7,000	1,946
Jumlah Data =			48	48
Rerata =			61,728	3,721
Simpangan Baku =			47,777	0,991
Koef.Skewness =			0,491	-0,302
Kurtosis =			-1,094	-1,360



UJI SMIRNOV-KOLMOGOROV DATA HUJAN KALI SAMPEAN

Debit (m3/dt)	m	m/(N+1)	1. Normal		2. Log Normal		3. Gumbel		4. Log Pearson III	
			P(x>=X)	Delta P	P(x>=X)	Delta P	P(x>=X)	Delta P	P(x>=X)	Delta P
160,320	1	0,020	0,020	0,001	0,086	0,065	0,039	0,019	0,077	0,057
156,960	2	0,041	0,023	0,018	0,089	0,048	0,043	0,002	0,081	0,040
144,000	3	0,061	0,043	0,019	0,104	0,043	0,060	0,001	0,097	0,036
133,600	4	0,082	0,066	0,015	0,118	0,037	0,078	0,003	0,113	0,031
133,440	5	0,102	0,067	0,035	0,118	0,016	0,079	0,023	0,113	0,011
130,800	6	0,122	0,074	0,048	0,122	0,000	0,084	0,038	0,117	0,005
129,600	7	0,143	0,078	0,065	0,124	0,018	0,087	0,056	0,119	0,023
120,000	8	0,163	0,111	0,052	0,141	0,022	0,111	0,052	0,138	0,025
111,200	9	0,184	0,150	0,033	0,159	0,025	0,138	0,045	0,158	0,026
108,000	10	0,204	0,166	0,038	0,166	0,038	0,150	0,054	0,166	0,038
106,880	11	0,224	0,172	0,052	0,169	0,056	0,154	0,071	0,169	0,056
104,640	12	0,245	0,185	0,060	0,174	0,071	0,163	0,082	0,175	0,070
96,000	13	0,265	0,237	0,029	0,197	0,068	0,200	0,065	0,201	0,065
93,520	14	0,286	0,253	0,033	0,205	0,081	0,213	0,073	0,209	0,077
91,560	15	0,306	0,266	0,040	0,211	0,095	0,223	0,083	0,216	0,091
88,960	16	0,327	0,284	0,042	0,220	0,107	0,237	0,090	0,225	0,102
86,400	17	0,347	0,303	0,044	0,228	0,119	0,251	0,096	0,235	0,112
84,000	18	0,367	0,321	0,047	0,237	0,130	0,266	0,102	0,244	0,123
77,840	19	0,388	0,368	0,020	0,261	0,126	0,305	0,082	0,271	0,117
75,600	20	0,408	0,386	0,022	0,271	0,137	0,321	0,087	0,281	0,127
72,000	21	0,429	0,415	0,014	0,288	0,141	0,347	0,082	0,299	0,129
60,000	22	0,449	0,514	0,065	0,353	0,096	0,445	0,004	0,369	0,080
60,000	23	0,469	0,514	0,045	0,353	0,116	0,445	0,025	0,369	0,100
50,000	24	0,490	0,597	0,107	0,424	0,066	0,537	0,047	0,443	0,047
48,000	25	0,510	0,613	0,103	0,440	0,070	0,556	0,046	0,459	0,051
42,000	26	0,531	0,660	0,130	0,493	0,037	0,615	0,084	0,513	0,017
40,000	27	0,551	0,675	0,124	0,513	0,038	0,634	0,083	0,533	0,018
40,000	28	0,571	0,675	0,104	0,513	0,058	0,634	0,063	0,533	0,038
35,000	29	0,592	0,712	0,120	0,566	0,025	0,684	0,092	0,586	0,006
28,800	30	0,612	0,755	0,142	0,642	0,030	0,743	0,131	0,658	0,046
23,040	31	0,633	0,791	0,158	0,722	0,089	0,795	0,163	0,733	0,101
20,000	32	0,653	0,809	0,156	0,768	0,115	0,821	0,168	0,775	0,122
20,000	33	0,673	0,809	0,135	0,768	0,094	0,821	0,148	0,775	0,102
19,200	34	0,694	0,813	0,119	0,780	0,086	0,828	0,134	0,787	0,093
19,200	35	0,714	0,813	0,099	0,780	0,066	0,828	0,113	0,787	0,072
16,800	36	0,735	0,826	0,092	0,818	0,083	0,847	0,112	0,821	0,086
15,360	37	0,755	0,834	0,079	0,841	0,086	0,858	0,103	0,842	0,087
15,000	38	0,776	0,836	0,060	0,847	0,071	0,860	0,085	0,847	0,072
14,400	39	0,796	0,839	0,043	0,856	0,060	0,865	0,069	0,856	0,060
13,440	40	0,816	0,844	0,028	0,871	0,055	0,872	0,055	0,870	0,053
13,000	41	0,837	0,846	0,009	0,878	0,042	0,875	0,038	0,876	0,039
12,500	42	0,857	0,849	0,009	0,886	0,029	0,878	0,021	0,883	0,026
11,000	43	0,878	0,856	0,022	0,909	0,032	0,888	0,011	0,904	0,026
10,000	44	0,898	0,861	0,037	0,924	0,026	0,895	0,003	0,918	0,020
8,400	45	0,918	0,868	0,051	0,946	0,028	0,905	0,014	0,939	0,020
8,000	46	0,939	0,870	0,069	0,951	0,012	0,907	0,032	0,944	0,005
7,500	47	0,959	0,872	0,087	0,957	0,002	0,910	0,049	0,950	0,010
7,000	48	0,980	0,874	0,106	0,963	0,016	0,913	0,067	0,955	0,024
Hitungan kelayakan			Delta Max =	0,158	Delta Max =	0,141	Delta Max =	0,168	Delta Max =	0,129
Delta Kritik =			0,194	diterima	diterima	diterima	diterima	diterima	diterima	diterima

Kesimpulan:
 1. Menurut uji Smirnov-Kolmogorov, distribusi LOG PEARSON III adalah yang terbaik
 2. Nilai delta maksimumnya adalah 0,1294



UJI CHI-KUADRAT DATA HUJAN KALI SAMPEAN

1. DISTRIBUSI NORMAL							
Kelas	P(x>=X)		E _f	Debit (m ³ /dt)	O _f	E _f -O _f	(E _f -O _f) ² /E _f
1	0,200	0,00 <P<= 0,20	9,600	101,939	12	-2,400	0,600
2	0,400	0,20 <P<= 0,40	9,600	73,833	8	1,600	0,267
3	0,600	0,40 <P<= 0,60	9,600	49,624	4	5,600	3,267
4	0,800	0,60 <P<= 0,80	9,600	21,518	7	2,600	0,704
5	1,000	0,80 <P<= 1,00	9,600	7,000	17	-7,400	5,704
Jumlah E _f =			48,000	Jumlah O _f =	48	Chi ² =	10,542
Derajat Kebebasan =			2,000	Chi Kritik =	5,991		ditolak

2. DISTRIBUSI LOG NORMAL							
Kelas	P(x>=X)		E _f	Debit (m ³ /dt)	O _f	E _f -O _f	(E _f -O _f) ² /E _f
1	0,200	0,00 <P<= 0,20	9,600	95,140	13	-3,400	1,204
2	0,400	0,20 <P<= 0,40	9,600	53,104	10	-0,400	0,017
3	0,600	0,40 <P<= 0,60	9,600	32,138	6	3,600	1,350
4	0,800	0,60 <P<= 0,80	9,600	17,938	6	3,600	1,350
5	1,000	0,80 <P<= 1,00	9,600	7,000	13	-3,400	1,204
Jumlah E _f =			48,000	Jumlah O _f =	48	Chi ² =	5,125
Derajat Kebebasan =			2,000	Chi Kritik =	5,991		diterima

3. DISTRIBUSI GUMBEL							
Kelas	P(x>=X)		E _f	Debit (m ³ /dt)	O _f	E _f -O _f	(E _f -O _f) ² /E _f
1	0,200	0,00 <P<= 0,20	9,600	96,102	12	-2,400	0,600
2	0,400	0,20 <P<= 0,40	9,600	65,250	9	0,600	0,038
3	0,600	0,40 <P<= 0,60	9,600	43,483	4	5,600	3,267
4	0,800	0,60 <P<= 0,80	9,600	22,499	6	3,600	1,350
5	1,000	0,80 <P<= 1,00	9,600	7,000	17	-7,400	5,704
Jumlah E _f =			48,000	Jumlah O _f =	48	Chi ² =	10,958
Derajat Kebebasan =			2,000	Chi Kritik =	5,991		ditolak

4. DISTRIBUSI LOG PEARSON III							
Kelas	P(x>=X)		E _f	Debit (m ³ /dt)	O _f	E _f -O _f	(E _f -O _f) ² /E _f
1	0,200	0,00 <P<= 0,20	9,600	96,173	12	-2,400	0,600
2	0,400	0,20 <P<= 0,40	9,600	55,570	11	-1,400	0,204
3	0,600	0,40 <P<= 0,60	9,600	33,714	6	3,600	1,350
4	0,800	0,60 <P<= 0,80	9,600	18,269	6	3,600	1,350
5	1,000	0,80 <P<= 1,00	9,600	7,000	13	-3,400	1,204
Jumlah E _f =			48,000	Jumlah O _f =	48	Chi ² =	4,708
Derajat Kebebasan =			1,000	Chi Kritik =	3,841		ditolak

Kesimpulan:

1. E_f adalah frekuensi yang diharapkan, dan O_f adalah frekuensi yang terjadi
2. Menurut uji Chi Kuadrat, distribusi LOG PEARSON III adalah yang terbaik
3. Nilai Chi kuadratnya adalah 4,7083

HITUNGAN PROBABILITAS ANDALAN DATA HUJAN KALI SAMPEAN

Probabilitas Sesuai Urutan $P(x \geq X)$	Probabilitas Andalan $P(x \geq X)$	KARAKTERISTIK DEBIT (M3/DT) MENURUT PROBABILITASNYA							
		Normal		Log Normal		Gumbel		Log Pearson III	
		K_A	X_A	K_A	X_A	K_A	X_A	K_A	X_A
99,50%	99,50%	-2,576	-61,338	-1,225	3,216	-1,750	-21,887	-2,861	2,425
99,00%	99,00%	-2,326	-49,418	-1,206	4,118	-1,641	-16,664	-2,547	3,309
98,00%	98,00%	-2,054	-36,394	-1,179	5,395	-1,514	-10,587	-2,212	4,610
96,00%	96,00%	-1,751	-21,914	-1,140	7,285	-1,362	-3,322	-1,850	6,601
95,00%	95,00%	-1,645	-16,858	-1,123	8,091	-1,306	-0,646	-1,726	7,466
90,00%	90,00%	-1,282	0,499	-1,049	11,599	-1,100	9,157	-1,309	11,286
80,00%	80,00%	-0,842	21,518	-0,917	17,938	-0,821	22,499	-0,823	18,269
50,00%	50,00%	0,000	61,728	-0,427	41,312	-0,164	53,880	0,050	43,423
20,00%	20,00%	0,842	101,939	0,699	95,140	0,719	96,102	0,853	96,173
10,00%	10,00%	1,282	122,957	1,788	147,143	1,305	124,057	1,245	141,842
4,00%	04,00%	1,751	145,371	3,611	234,254	2,044	159,378	1,643	210,440
5,00%	05,00%	1,645	140,315	3,123	210,926	1,866	150,872	1,555	192,861
2,00%	02,00%	2,054	159,851	5,329	316,334	2,592	185,581	1,889	268,641
1,00%	01,00%	2,326	172,875	7,383	414,468	3,137	211,591	2,103	332,285
0,50%	00,50%	2,576	184,794	9,817	530,744	3,679	237,505	2,294	401,357

Catatan:

1. $X_A = \text{Rerata} + K_A \cdot \text{SimpanganBaku}$
2. Uji Smirnov-Kolmogorov menggunakan nilai Delta Kritis = 0,19400, menghasilkan distribusi yang terbaik adalah LOG PEARSON III karena maksimum delta yang terjadi = 0,12936, sedangkan
3. Uji Chi Kuadrat menggunakan nilai Chi Kritis = 3,84100, menghasilkan distribusi yang terbaik adalah LOG PEARSON III karena maksimum Chi kuadrat yang terjadi = 4,70833
4. Seluruh formulasi berdasarkan buku Applied Hydrology oleh V.T. Chow et. al
5. Untuk data BUKAN ekstrim tahunan, analisis keandalan di atas cocok untuk analisis KEBUTUHAN air.