げてはいけないので，施設の建設と運営には，住民により信じられている宗教上の義務から生じる紛議を避けて灌漑水を配分するために適切な儀式上の操作が必要であろう。

4.2.3　地形及び土壌

計画地域はUlar川の扇状地である。標高は最底海岸近くの約2mから，最高Serbajadi取水地近くの約50mまでの範囲である。計画地域は南北方向に勾配約1/600傾斜した平坦地である。くぼ地は自然排水路や低地水水位と符合している。

比較的急しゅんな勾配にもかかわらず，多数の小さな起伏が海や河川の影響によって形成されてきて，特に海の作用は海岸線にそっていくつかの特異的な地形，つまり砂丘を形成した。砂丘は潮流の作用とあいまって地表水の海への排除を妨げている。砂丘と海とに囲まれた地域は雨期には沼地となる。さらに道路や鉄道も地表排水を妨げている。

これらの地形状態は土壌の生成と密接に結びついている。

計画地域のほとんどの土壌は地下水の影響を受けた土壌生成作用を受けていて灰色水成土壌（Gray hydromorphic soils）に分類される。計画地区のほとんどの土壌は酸度はほぼ中性でPH 5.1からPH 6.8にあり，塩基置換容量は10mℓ/100gから30mℓ/100g，塩基飽和度は比較的高い値を示す。有効土層は50cmから150cmである。粒径組成の点から見ると，Buluh川右岸の土壌は埴土である。一方左岸の土壌はUlar川やSerdang川の堆積物よりなっていて，土性は場所によって異なるが一般的に見て中（mediun）から細（fine）である。計画地域の土壌は一般に透水性は低い。

水稲は多種多様な土壌特性に適応でき，もし適切な施肥，排水改良，適切な水管理が適用されるなら，計画地域内で最も生産的な作物となろう。

土壌断面形態と土壌の化学分析の結果はTable 4－1と4－2に示した。

4.2.4　気象および水文

(1)　気　　象

地域の周囲には，Sampali，Polonia，RISPA，Marihat，Tg. Morawa及びSei Dadapの6ケ所の気象観測所があり，比較的長期間の気象データを持っている。このほか，地域内および周辺には主としてPNP管理の雨量観測所が数多くある。

Fig 4－1は上記気象観測所と20年間以上の月雨量記録を持つ31ケ所の雨量観測所の位置とを示す。また，Table 4－3は代表的なSampali観測所の月平均気象記録と各雨量観測所の月雨量と月降雨日数の平均値とを示している。

観測記録によると，各観測所の年平均雨量はほぼ1,700mmから2,400mm，ま

Table 4-1 SOIL PROFILE

SOIL PROFILE NO.1

LOCATION: Pagar Marbau II
LAND USE: Rainfed Paddy Field

Horizon	Description
I(A)(0-30 cm)	Dark brown, Sandy clay, Few, fine to medium mottles, Weak, fine to medium sub-angular blocky, Slightly plastic, Sticky
II(IIB)(30-40 cm)	Yellowish gray, Loamy clay, Few, fine to medium mottles, Weak fine to medium sub-angular blocky, Plastic, Sticky
III(IIIC)(40-50 cm)	Yellowish gray, Loamy sand, Few, medium to coarse mottles, Very weak sub-angular blocky, Non plastic, Non sticky
IV(IVC)(50-55 cm)	Yellowish gray, Clay loam to loamy clay, Few mottles, Medium to fine blocky, Plastic, Sticky
V(VC)(55-90 cm)	Yellowish gray, Clay loam to loamy clay, Prominent, fine to medium mottles, Medium to fine blocky, Plastic, Sticky
VI(VIG)(90 cm +)	Grayish blue, Loamy sand, Non mottles (G horizon), Very weak blocky

SOIL PROFILE NO.2

LOCATION: 5 km north from Lubuk Pakam
LAND USE: Oil palm plantation

Horizon	Description
I(A)(0-15 cm)	Dark brown, Loamy clay, Medium to fine subangular blocky, Plastic, Sticky
II(B)(15-55 cm)	Grayish brown, Sandy clay to loam, Coarse sand spottly existed, Few, fine mottles, Medium sub-angular blocky, Plastic, Sticky
III(Bg)(55-100 cm)	Light gray, Loamy clay to Light clay, Fine to medium mottles, Weak, medium blocky, Plastic, Sticky.
IV(G)(100 cm +)	Bluish gray, Coarse sand

SOIL PROFILE NO.3

LOCATION: Kampung Sayur
LAND USE: Paddy field (Rainfed)

Horizon	Description
I(A)(0-15 cm)	Dark brown, Clay loam, Weak fine to medium sub-angular blocky, Slightly plastic, Slightly sticky
II(B)(15-25 cm)	Grayish brown, Clay loam, Many fine mottles, Medium sub-angular blocky, Slightly plastic, Slightly sticky, Mica
III(IIC)(25-75 cm)	Grayish brown, Coarse sand, Medium to coarse blocky, Non plastic, Non sticky, Mica
IV(IIIC)(75-85 cm)	Yellowish brown, Loamy sand, Prominent coarse mottles, structureless, Non plastic, Non sticky
V(G)(85 cm +)	Bluish gray, Coarse sand

SOIL PROFILE NO.4

LOCATION: Pantai Labu
LAND USE: Paddy Field (Rainfed) with Chilly cultivation

Horizon	Description
I(AG)(0-20 cm)	Dark brown, Heavy clay, Massive, Very plastic, Very sticky
II(G)(20-25 cm)	Yellowish gray, Heavy clay, Massive, Very Plastic, Very sticky.
III(G)(25-100 cm)	Grayish blue, Heavy clay, Massive, Very plastic, Very sticky

SOIL PROFILE NO.5

LOCATION: Peratang Biara
LAND USE: Paddy field (Rainfed)

Horizon	Description
I(AG)(0-20 cm)	Dark brown, Heavy clay, Massive, Very plastic, Very sticky
II(G)(60-90 cm)	Yellowish gray, Heavy clay, Massive, Very plastic, Very sticky
III(G)(90 cm +)	Bluish gray, Coarse sand (Coastal sand), Structureless

SOIL PROFILE NO.6

LOCATION: Paser I Sidoardjo
LAND USE: Paddy Field

Horizon	Description
I(A)(0-30 cm)	Dark gray, Loam Clay, Weak sub-angular blocky, Plastic, Sticky
II(B)(30-55 cm)	Brownish gray, Loamy sand, Prominent, coarse mottles, Structureless, Non plastic, Non sticky
III(IICG)(55-100 cm)	Yellowish gray, Loam, Few mottles, Weak sub-angular blocky, Non plastic, Slightly sticky

SOIL PROFILE NO.7

LOCATION: Denai Lama
LAND USE: Upland (Sweet potatoes)

Horizon	Description
I(A)(0-15 cm)	Dark brown, Loam, Granular, Mica, Slightly plastic, Slightly sticky
II(B)(15-35 cm)	Yellowish brown, Loamy clay, Weak sub-angular blocky, Many fine mottles spotty gley mottles, Mica, Plastic, Sticky
III(Cg)(35-80 cm)	Yellowish brown, Loamy clay, Many fine mottles, Medium sub-angular blocky, Spotty gley mottles, Very plastic, Very sticky
IV(IICg)(80 cm +)	Yellowish brown, Coarse sand, Coarse prominent mottles, Structureless

SOIL PROFILE NO.8

LOCATION: Kota Pari
LAND USE: Paddy Field (Rainfed)

Horizon	Description
I(A)(0-20 cm)	Dark brown, Loamy clay
II(IIC)(20-50 cm)	Yellowish brown, Coarse sand to loamy sand, Structureless, Non Plastic, Non sticky
III(IIIC)(50-70 cm)	Grayish brown, Heavy clay, Few to many fine mottles, Massive, Very plastic, Very sticky
IV(IVC)(70-90 cm)	Grayish brown, Loam, Many medium mottles, Weak medium sub-angular blocky, Slightly plastic, Slightly sticky
V(VC)(90 cm -)	Yellowish gray, Heavy clay, Massive Very plastic, Very sticky

SOIL PROFILE NO.9

LOCATION: Kota Pari
LAND USE: Cassava Field

Horizon	Description
I(A)(0-35 cm)	Dark brown, Sandy clay, granular, Slightly plastic Slightly sticky
II(C)(35-100 cm)	Yellowish brown, Loamy sand (coastal sand), Structureless

(continue)

SOIL PROFILE NO.10

LOCATION	Sialang Bush
LAND USE	Paddy field (Swampy area)
Horizon	Description
I(AG)(0-30 cm)	Dark brown, Sandy clay, Weak subangular blocky Slightly plastic, Slightly sticky
II(G1)(30-60 cm)	Grayish blue, Heavy clay, Massive (marine deposited clay), Very plastic, Very sticky
III(IIG1)(60 cm +)	Grayish blue, Coarse sand, Structureless

SOIL PROFILE NO.11

LOCATION	Firdaus
LAND USE	Oil palm plantation
Horizon	Description
I(A)(0-15 cm)	Dark brown, Sandy clay, Weak sub-angular blocky, Slightly plastic, Slightly sticky
II(B)(15-45 cm)	Yellowish brown, Sandy clay, (clay content increases with depth), Weak sub-angular blocky, Slightly plastic, Sticky
III(Bg)(45-110 cm)	Reddish brown, Light clay, Weak angular blocky, Very plastic, Very sticky, Coarse prominent mottles

SOIL PROFILE NO.12

LOCATION	Teluk Hengkudu
LAND USE	Paddy field (Rainfed)
Horizon	Description
I(AG)(0-30 cm)	Dark brown, Heavy clay, Massive, Very plastic, Very sticky
II(G)(30-85 cm)	Bluish gray, Heavy clay, Massive, Very plastic Very sticky

SOIL PROFILE NO.13

LOCATION	Parit 12
LAND USE	Paddy field
Horizon	Description
I(AG)(0-20 cm)	Dark brown, Heavy clay, Massive, Very plastic Very sticky
II(G)(20-50 cm)	Bluish gray, Heavy clay, Massive, Very plastic, Very sticky

SOIL PROFILE NO.14

LOCATION	Tanah Merah
LAND USE	Paddy field
Horizon	Description
I(AG)(0-15 cm)	Dark brown, Sandy loam to loam, Weak sub-angular blocky, plastic, Sticky
II(G1)(15-30 cm)	Yellowish gray, Loamy clay to loam, Few fine mottle, Weak sub-angular blocky, Plastic, Sticky
III(IIG1)(30-65 cm)	Yellowish gray, Loamy sand, Very weak sub-angular blocky, plastic, sticky
IV(IIIG1)(65 cm -)	Yellowish gray, Loamy clay, Weak sub-angular blocky, Very plastic, Very stick

SOIL PROFILE NO.15

LOCATION	Kampong Baru
LAND USE	Paddy field
Horizon	Description
I(AG)(0-15 cm)	Dark brown, Sandy clay to loamy sand, Weak sub-angular blocky, Slightly plastic, Sticky
II(G1)(15-50 cm)	Yellowish gray, Sandy clay to loam, Weak sub-angular blocky, Slightly plastic, Sticky
III(G2)(50 cm +)	Grayish blue, Loamy sand, structureless, Non plastic, Non sticky

SOIL PROFILE NO.16

LOCATION	Pematang Sijonom
LAND USE	Paddy field
Horizon	Description
I(AG)(0-15 cm)	Dark brown, Loamy clay, Weak sub-angular blocky, Very plastic, Very sticky
II(B)(15-65 cm)	Yellowish brown, Loamy clay, Medium sub-angular blocky, Very plastic, Very sticky
III(B)(65-80 cm)	Yellow grayish brown, Sandy loam, Weak sub-angular blocky, Medium fine mottles, Slightly plastic, Slightly sticky
IV(G)(80 cm -)	Gray, Sandy loam, Structureless, Non plastic, Non sticky

Table 4-2 Results of Soil Analysis

Analysis items / No. of Soil samples	pH (H_2O)	pH (Kcℓ)	Total carbon (%)	Total nitrogen (%)	C/N	Cation exchange capacity (me/100g)	Exchage cation (me/100g) Ca	Mg	K	Na	Total	Base saturation degree (%)
4 - II	7.5	5.8	0.61	0.07	9.3	36.5	10.0	20.8	0.84	2.62	34.3	94.0
4 - III	7.7	7.0	2.56	0.20	12.8	34.1	19.3	19.3	1.18	4.54	44.3	130.0
7 - II	6.8	4.9	0.67	0.07	9.1	19.0	7.73	1.84	0.16	1.68	11.4	60.1
7 - III	6.7	5.0	0.78	0.10	8	31.3	7.95	3.24	0.55	1.94	13.7	43.8
9 - I	6.3	4.8	0.83	0.09	9	12.9	5.21	1.23	0.33	1.03	7.8	60.5
9 - II	6.5	4.6	0.37	0.04	9	11.6	4.22	0.98	0.27	1.41	6.9	59.5
10 - I	6.4	5.1	0.74	0.06	12.2	8.38	4.18	3.36	0.06	0.61	8.2	98.0
10 - II	6.6	4.8	0.65	0.05	13	12.2	4.69	5.94	0.10	1.63	12.4	104.1
10 - III	6.8	4.9	0.59	0.04	14.3	18.2	6.22	9.95	0.20	2.50	18.9	103.8
11 - I	5.4	4.3	0.87	0.09	9.4	7.24	3.28	0.32	0.08	0.41	4.1	56.5
11 - II	5.5	4.3	0.63	0.07	8.7	8.55	2.84	0.32	0.08	0.10	3.3	39.1
11 - III	5.6	4.0	0.44	0.04	10	23.3	2.53	0.68	0.06	0.66	3.9	16.9
12 - I	6.5	4.05	1.76	0.20	8.9	32.7	9.11	9.61	0.21	2.86	21.8	66.7
12 - II	5.1	3.6	0.72	0.07	10.7	42.6	7.28	15.9	0.29	4.75	28.2	66.2
14 - I	5.5	4.0	1.36	0.14	10.1	15.6	4.78	1.64	0.20	1.46	8.1	51.8
14 - II	6.1	4.3	0.32	0.04	7.8	11.1	4.31	1.40	0.14	2.08	7.9	71.4
14 - III	5.8	3.9	0.34	0.04	8	19.6	4.83	1.84	0.20	2.73	9.6	49.0
16 - I	6.3	5.0	1.16	0.14	8.1	12.9	5.21	1.17	0.53	1.03	7.9	61.6
16 - II	6.1	3.9	0.41	0.05	8.0	12.5	6.22	1.04	0.53	2.08	9.9	79.0
16 - III	5.9	3.6	0.36	0.04	8.5	19.8	2.93	4.02	1.08	5.09	13.1	66.2

Table 4-2 (continued)

Analysis items / No. of Soil samples	Available P_2O_5 (mg/100g)	Available K_2O (mg/100g)	Free iron (Me_2O_3%)	Sulfide (Smg/100g)	Cℓ (mg/100g)	Soil texture	Soil particle distribution: Coarse sand (%)	Fine sand (%)	Silt (%)	Clay (%)
4 - II	-	-	-	0.5	35.6	HC	2.5	7.7	34.6	55.2
4 - III	-	-	-	8.8	97.1	HC	1.2	9.1	38.1	51.6
7 - II	-	-	-	-	-	LiC	3.0	44.8	25.5	26.7
7 - III	-	-	-	-	-	LiC	2.4	14.0	40.6	43.0
9 - I	0.54	79.1	0.39	-	3.0	SCL	16.2	42.4	17.9	23.5
9 - II	-	-	-	-	4.1	SL	8.7	66.2	10.6	14.5
10 - I	0.83	9.7	0.09	0.5	3.1	SCL	77.3	1.6	1.6	19.5
10 - II	-	-	-	0.8	1.8	SCL	68.0	1.9	5.3	24.8
10 - III	-	-	-	2.0	2.6	LiC	46.3	2.0	10.4	41.3
11 - I	0.54	7.3	0.30	-	-	SL	56.9	13.2	10.1	19.8
11 - II	-	-	-	-	-	SC	48.1	16.0	2.3	33.6
11 - III	-	-	-	-	-	HC	29.0	10.0	13.0	48.0
12 - I	trace	15.8	0.04	1.3	2.4	HC	7.9	4.7	27.5	59.9
12 - II	-	-	-	0.3	2.7	HC	1.1	3.5	28.6	66.8
14 - I	0.33	59.9	0.09	-	-	LiC	30.6	20.7	16.5	32.2
14 - II	-	-	-	-	-	SC	25.0	31.9	13.3	29.8
14 - III	-	-	-	-	-	LiC	20.2	29.3	17.5	33.0
16 - I	3.33	61.8	0.17	-	-	LiC	5.5	40.3	22.5	31.7
16 - II	-	-	-	-	-	LiC	2.7	36.1	31.8	29.4
16 - III	-	-	-	-	-	LiC	5.4	27.9	30.7	36.0

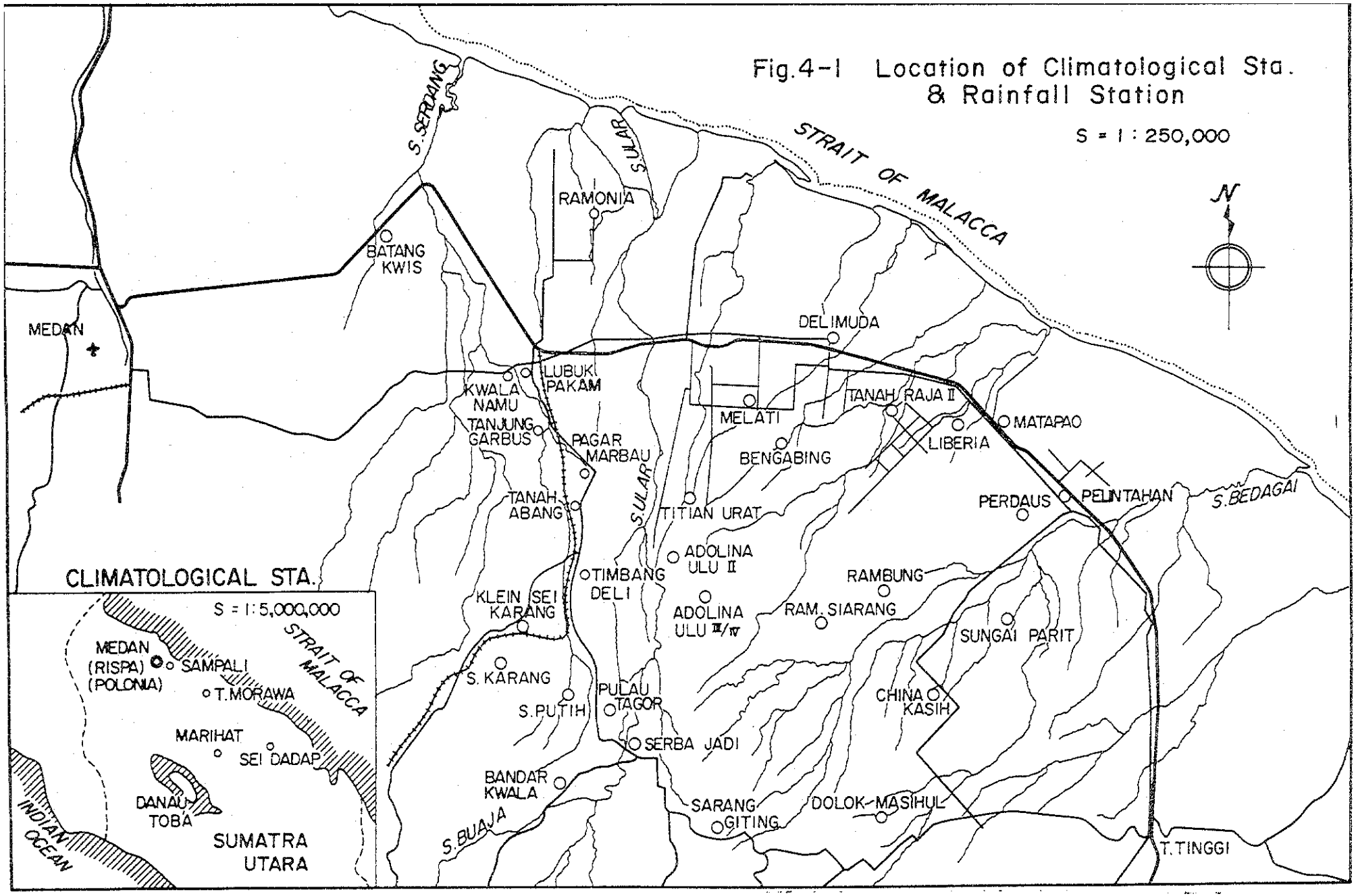


Fig.4-1 Location of Climatological Sta. & Rainfall Station

Table 4-3 Climatological Data

Item	Unit	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Wets	Drys
Monthly rainfall	mm	145	89	117	141	156	139	140	173	220	289	251	196	2,056	1,274	782
Rainy days		8	5	7	8	9	7	8	10	12	14	13	10	111	67	44
Air temperature	°C	25.2	25.7	26.1	26.5	26.6	26.5	26.2	26.2	25.9	25.8	25.5	25.4	25.9	25.7	26.3
Relative humidity	%	87	84	84	86	86	87	86	86	88	88	89	89	87	88	86
Wind direction																
Calm	%	6	2	7	-	5	5	1	5	3	2	3	4	3.5	3.8	3.3
N	%	31	22	28	31	24	11	22	17	21	25	15	24	22.5	22.2	23.0
NE	%	47	67	56	60	58	70	58	58	64	57	62	52	59.5	57.7	61.5
E	%	-	-	1	3	4	3	6	5	9	6	-	-	3.3	3.3	2.8
SE	%	1	-	-	5	2	6	6	6	1	3	3	1	2.8	2.5	3.2
S	%	-	-	1	1	1	-	1	1	-	-	-	-	0.3	0.1	0.7
SW	%	-	1	4	-	4	2	2	2	-	3	-	1	1.5	1.0	2.2
W	%	6	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	4	1.1	1.8	0.3
NW	%	9	7	3	-	2	3	3	5	2	4	17	14	5.7	8.5	3.0
Wind velocity	m/sec	1.05	1.12	1.13	1.00	1.00	0.95	0.95	0.97	0.88	0.86	0.83	0.93	0.98	0.92	1.03
Sunshine duration	%	45	48	57	38	53	55	57	52	43	40	40	37	49	43	55
Solar radiation	cal/cm^2	367	386	398	394	380	371	382	386	366	364	332	331	371	358	385
Evaporation	mm	2.00	2.52	2.44	2.20	2.07	2.26	2.41	1.96	1.71	1.68	1.69	1.67	2.06	1.80	2.32

た年平均降雨日数は１００日より１３０日程度である。しかしながら，これら降雨記録が海岸線からの距離に直接比例するとは言い難い。地域には年間をとおして，乾期でも可成りの雨量および降雨日数があり，雨期，乾期と明確に区分することは難しい。しかしながら，大体，乾期は２月より７月，雨期は８月より１月と言うことが出来る。

水稲栽培にとって問題となる点は，この地域には可成りの降雨量があるが，その降雨が短期間に集中的に降りかつ不規則という点である。このため必要な土壌水分が保たれず，水稲の勢いのよい生長が期待出来ない。水稲栽培にとって不可欠のことは適正な水管理である。

(2) 分　　水

用排兼用水路に流入する排水も一部灌漑水として用いられているが，現在地域を灌漑する水源は殆んどUlar川である。

灌漑組織の現況や，灌漑計画を検討するのに必要な流量記録はUlar川に設けられた二ケ所の観測所から得られる。しかしながら，Bandar tigaに設けられている自記水位計の記録は当然洪水量も含んでおり，ＤＰＭＡによってSerbajadiに設置された量水標による記録の方が小さい値を示しているので灌漑計画の検討にはSerbajadiの記録を使用するのが安全であると考えられる。

Table ４－４はSerbajadiにおける旬別平均流量を示す。これによると，Ular川には１９７２年の７月中旬より９月上旬までの期間を除き，観測期間を通して４０㎥/sec以上の流量がある。また，雨期，乾期の平均流量はそれぞれ５7.3㎥/sec，５0.4㎥/secである。このことはUlar川には，地域を灌漑するために十分な流量があることを示している。

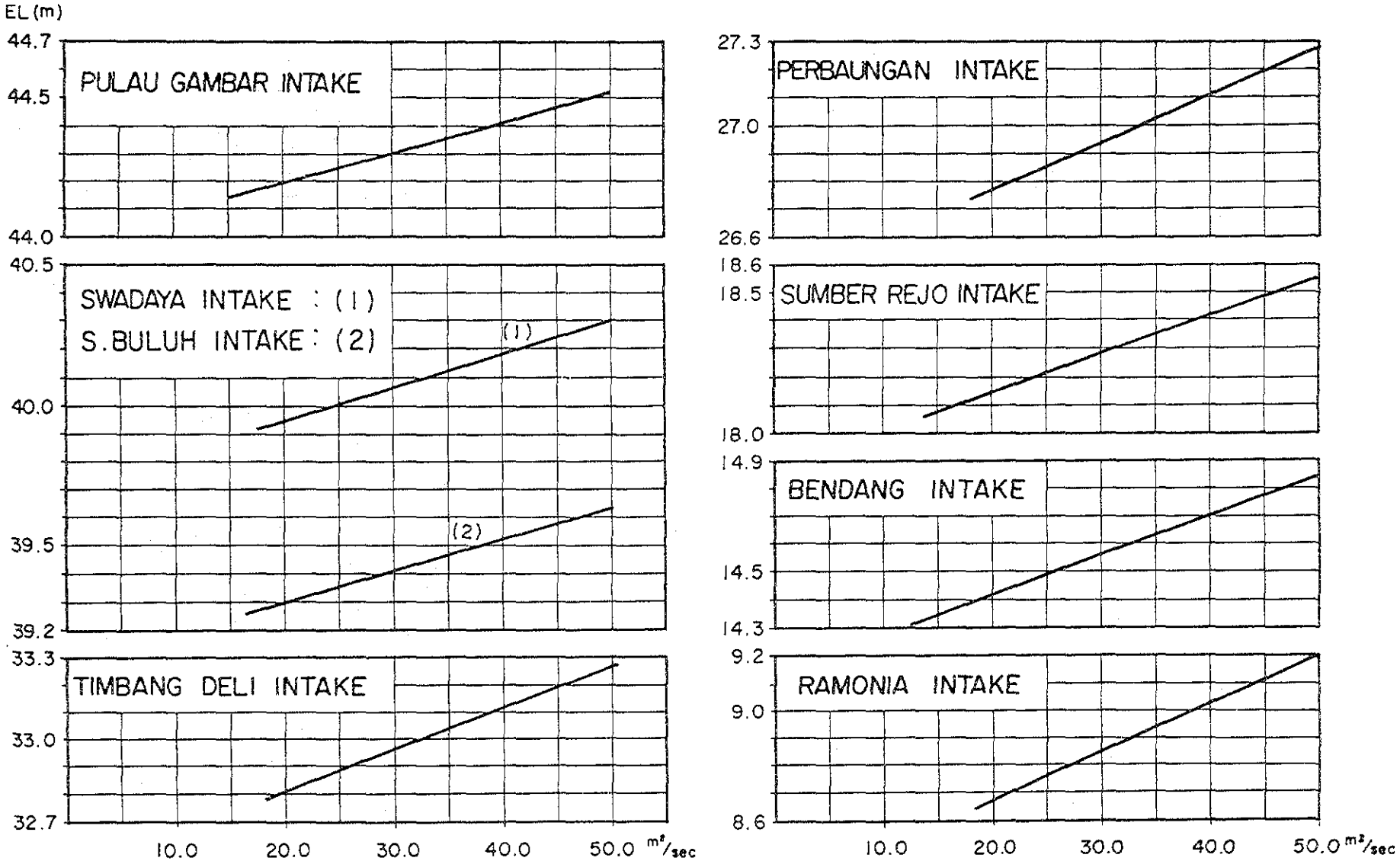
しかしながら，渇水時にはＵlar川の水深は非常に小さく，Ular川の水は巾の広い，水深の浅い水路で取水工まで導水しなければならない。Fig ４－２は各主要取水施設におけるUlar川の小流量時，水位流量曲線を示している。

Table 4-4 Mean Ten Day's Discharge at Serbadjadi Bridge of the Ular River by DPMA

Unit: m^3/sec

Month	Period	1971	1972	1973	1974	Average
Jan.	first		52.0	70.2	68.7	61.6
	middle		50.4	57.6	56.0	54.7
	last		57.5	49.8	56.7	54.7
Feb.	first		55.8	44.7	60.2	53.6
	middle		52.0	39.7	63.5	51.7
	last		48.4	39.6	57.1	48.4
Mar.	first		50.1	46.5	48.3	48.3
	middle		48.5	46.7	48.5	47.9
	last		47.5	60.3	46.7	51.5
Apr.	first		49.6	62.6	52.6	54.9
	middle		57.4	55.2	46.2	52.9
	last		63.7	56.9	45.6	55.4
May	first		53.6	52.3	45.7	50.5
	middle		61.2	48.0	54.2	54.5
	last		56.3	58.1	45.0	53.1
Jun.	first		51.3	73.6	45.2	56.7
	middle		52.8	48.4	40.3	47.2
	last		47.3	47.1	49.8	48.1
Jul.	first		40.6	45.9	40.7	42.4
	middle		38.8	44.5	47.4	43.6
	last		33.3	54.3	49.3	45.6
Aug.	first	51.0	30.6	48.6	49.1	44.8
	middle	60.1	30.4	46.4	44.6	45.4
	last	53.3	38.3	46.9	46.1	46.2
Sep.	first	52.4	38.8	48.5	55.8	48.9
	middle	69.9	46.6	57.8	64.1	59.6
	last	69.5	45.6	48.2	76.5	60.0
Oct.	first	54.2	54.8	46.5	75.8	57.8
	middle	57.2	48.5	53.5	55.6	53.7
	last	58.1	58.0	79.5	52.6	62.1
Nov.	first	57.8	53.1	58.1	55.9	56.2
	middle	54.9	64.5	57.0	66.2	60.7
	last	51.8	76.6	61.0	66.5	64.0
Dec.	first	63.3	68.3	81.6	57.9	67.8
	middle	78.7	63.3	86.7	43.9	68.2
	last	66.0	55.9	96.4	45.8	66.0

Fig. 4-2 Small Discharge – Water Level Curve of the Ular River ($Q \leqq 50.0\ m^3/sec$)



4.2.5 土 地 利 用

計画地域約40,000ha はすでに十分開発されており，新たな開墾の余地はない。農地は35,400haと推定され，残余の4,600ha は住宅地，道路，社会基盤用地などである。農地は主として農園と水田である。農園は13,400haを占め，計画地域の33%に相当する。そこでは8,700haにオイルパームが，3,500haにゴムの木が，1,200haにココナッツが栽培されている。水田は18,500haで計画地域の46%を占める。水田は必ずしも十分な灌漑排水施設が備っているわけではない。灌漑されている水田は7,000ha で全水田面積の38%を占め，3,000haの灌漑技術化地域1,500haの準灌漑技術化地域，2,500haの非灌漑技術化地域より成り，残余の11,500haの水田は天水に依存している天水田である。5,700haは小農によるココナッツ栽培や果樹栽培に利用されている。

計画地域の農園作物以外の主要な作物は稲であり，雨期には約100%，乾期には約25%が作付される。裏作は雨期の稲が収穫された水田に作付られるポロウィジョ（Polowijo）であるが，その面積は僅か1,100haにすぎない。気象と水文の項で述べた如く，乾期には集中豪雨や，長期の旱魃が起こる。当然にポロウィジョ（Polowijo）は過剰水の原因で根腐れの被害を受けたり，旱魃が原因で生長が止まったりする。従ってポロウィジョ（Polowijo）が栽培される面積は全水田面積のわずか6%に限られている/1。水田での作付率は約1.3である。現状の土地利用状況はTable4－5，Fig.4－3にまとめた。

4.2.6 灌漑排水組織

(1) 灌漑組織

現在ある18,500haの水田の内，約7,000haが灌漑水田とみられ，その内分水施設等のある灌漑技術化地域は約3,000ha，分水施設等が不備な準灌漑技術化地域は約1,500ha，残りの2,500haは部落等で管理する所謂非灌漑技術化地域である。灌漑水田を除いた残りの11,500haは天水田であり，主として海岸線沿いにある。また新規に開田可能な地域は見当らない。一部用排兼用水路に流入する地表水を除いて，灌漑のための水源は殆んどUlar川である。灌漑面積は地域内水田面積の約38%であり，また2期作の水田はわずか4,500ha 程度である。

現在，Ular川のSerbajadi 橋より河口まで約32Km間に14ケ所の取水施設がある。PNPVI Adolinaに対する揚水機場1ケ所を除いて，13ケ所は全て水田

/1：作付率＝（雨期稲作面積＋乾期稲作面積＋ポロウィジョ（Polowijo）面積）／18,5000ha
＝（18,500ha＋4,500ha＋1,100ha／18,500ha≒1.3

Table 4-5 Land Use in the Project Area

Item	Area (ha)
1. Rice field	18,500
a) Technical irrigation area	3,000
b) Semi-technical irrigation area	1,500
c) Non-technical irrigation area	2,500
d) Rain-fed area	11,500
2. Estate field (P.N.P. and Private estate farm)	13,400
a) Oil palm area	8,700
b) Rubber area	3,500
c) Coconut area	1,200
3. Horticulature field	1,100
a) Vegetable	400
b) Fruits	700
4. Houses and roads	4,600
5. Others	2,400
Total	40,000

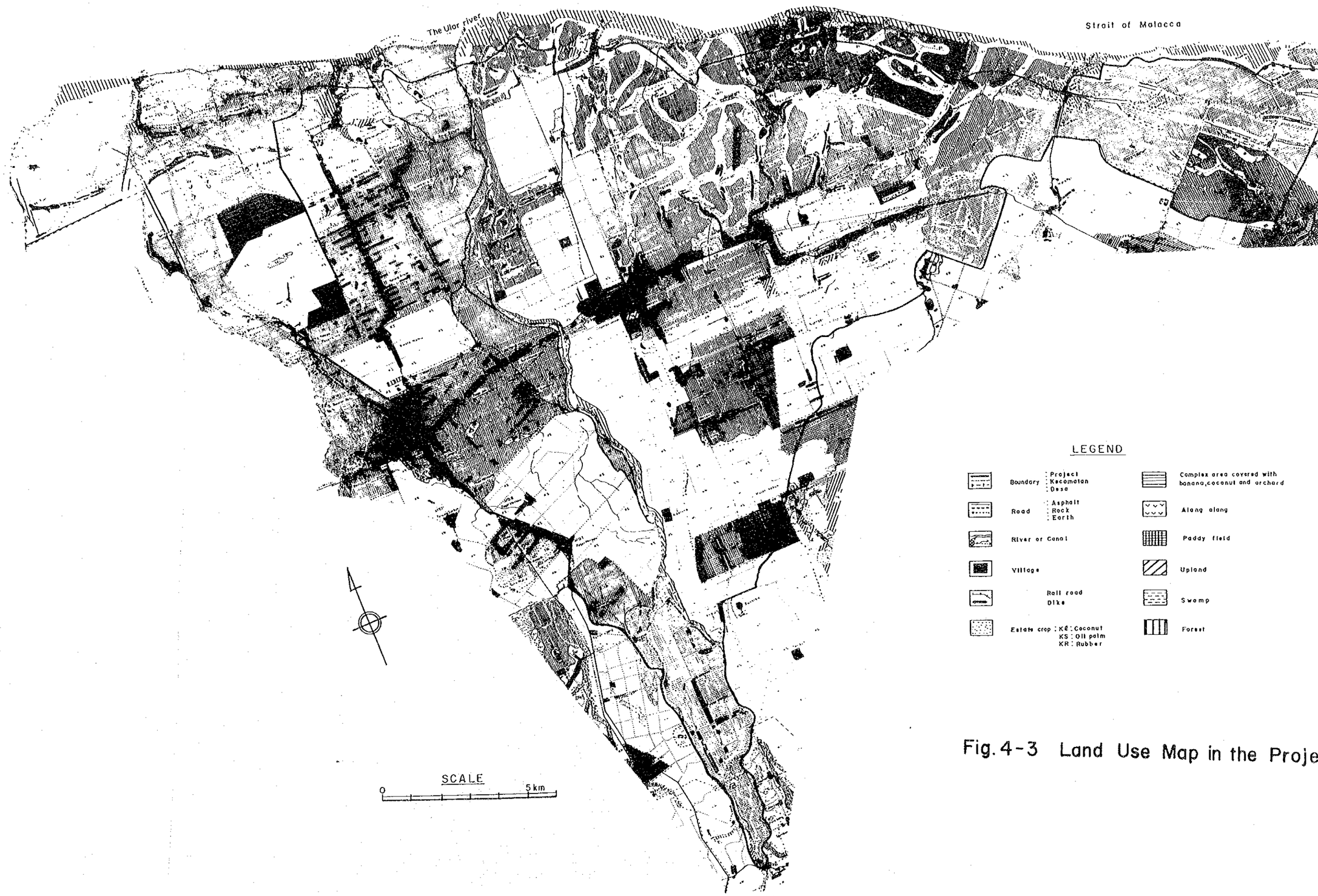


Fig. 4-3 Land Use Map in the Proje

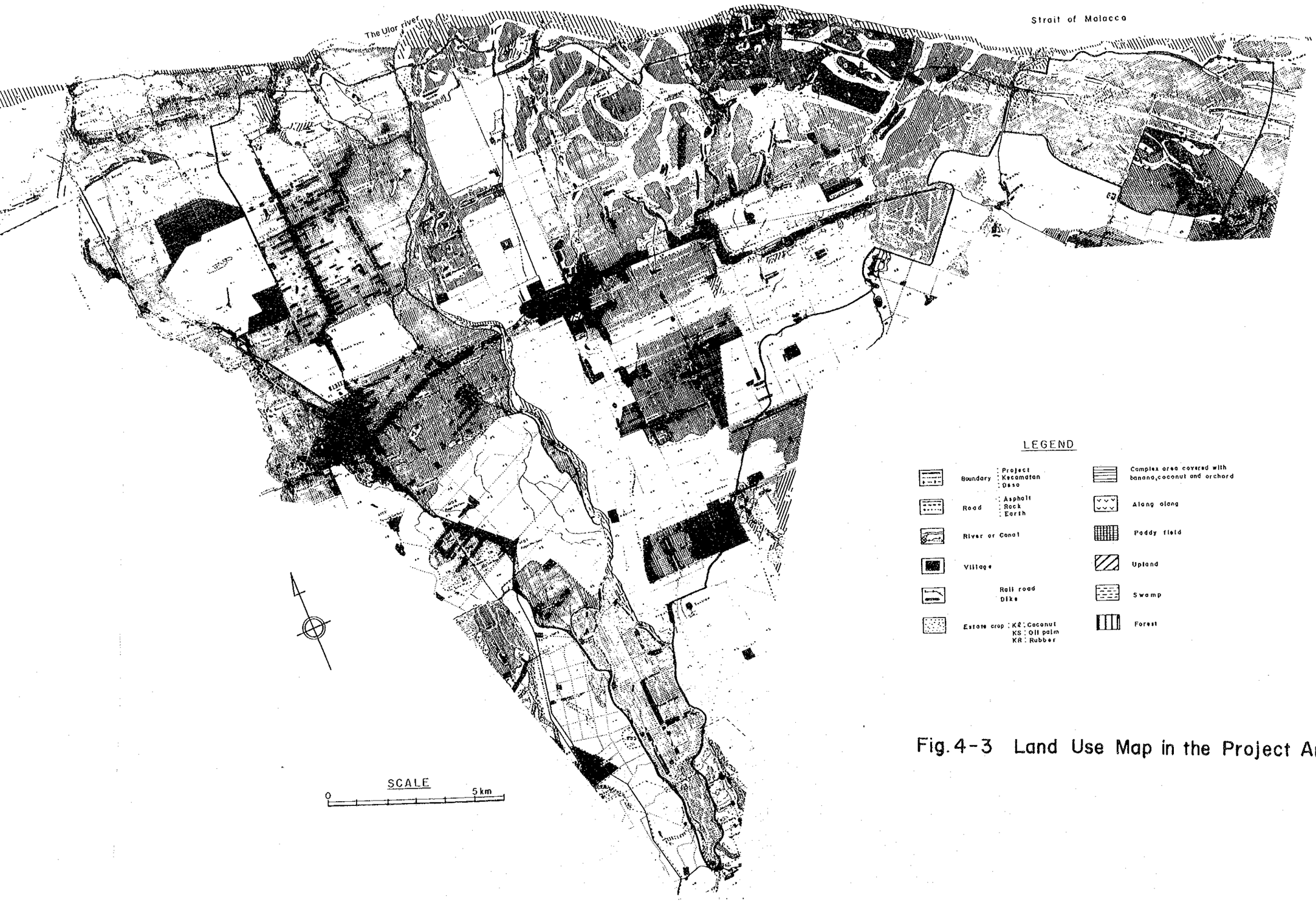


Fig. 4-3 Land Use Map in the Project Area

灌漑のための取水施設である。また，現在ある幹線水路の延長は合計で５０.３Kmであり，支線水路延長は９０.４Kmである。

灌漑組織，取水施設および水路構造物の現況はFig.4－4およびTable 4－6,7,8にみられるとおりであり，その問題点は次の通りである。

(a) サイホン取水のSingosari取水工を除いて，他の取水工は全て自然取水のため，取水量はUlar川の水位に左右される。その上，各取水工の敷高が一般に高く設置されているためUlar川に充分な流量がある時しか既存の水路容量にみあった取水が出来ない。このため現在水路断面は比較的確保されているが，取水量不足となっている。

Table 4－7は接続水路の最大流下能力とその時に必要なUlar川水位及び流量を示す。また，灌漑計画でUlar川の最上流設計流量となる40.3㎥/sec流量時の現況取水能力を示す。

(b) 現在取水施設付近に可成りの量の推砂がみられる。この推砂のため，水路断面は縮少され，取水量も小さくなっている。しかしながら実際は流砂量は流速が0.60m/secから0.8m/secの範囲では20～80PPM程度であり，粒径も0.1㎜から0.5㎜の範囲である。従って，浮遊土砂は一般に低流速の水路上流部に堆積するが，その量は水路や沈砂池から排砂出来る程度とみられる。

(c) 地表勾配は約1/1,000の傾斜があり，灌漑水路はほとんど土水路であるので，水路の内法の浸蝕や崩壊を防止するため落差工を設ける必要がある。

これに対して，分水位の標高が対象地域の標高より低いため灌漑水を導水出来ず，水路内に水草が繁茂している例もある。

(d) 配水組織は用排兼用水路や用水路による隣接受益地との連結などで複雑な水路組織となっており，この地域の水管理を難かしくしている。

(e) 一般に，圃場施設は未整備のままである。特に末端水路が不足しているため受益地が拡大しないようである。この他，量水施設がなく適切な水管理が行われていないため受益地の上流部や水路沿いの水田のみが灌漑水の恩恵を受けている。

(f) 灌漑組織の現況で最も重要な問題は水管理や灌漑施設の維持管理のため組織の調整が円滑に行われていない点である。

この他，PNPなどの農園の排水についても留意すべきであろう。

水稲栽培をこの地域で成功させ，所定の収量を得るためには上に述べた問題点を改善することが不可欠である。

Fig.4-4 Existing Irrigation System

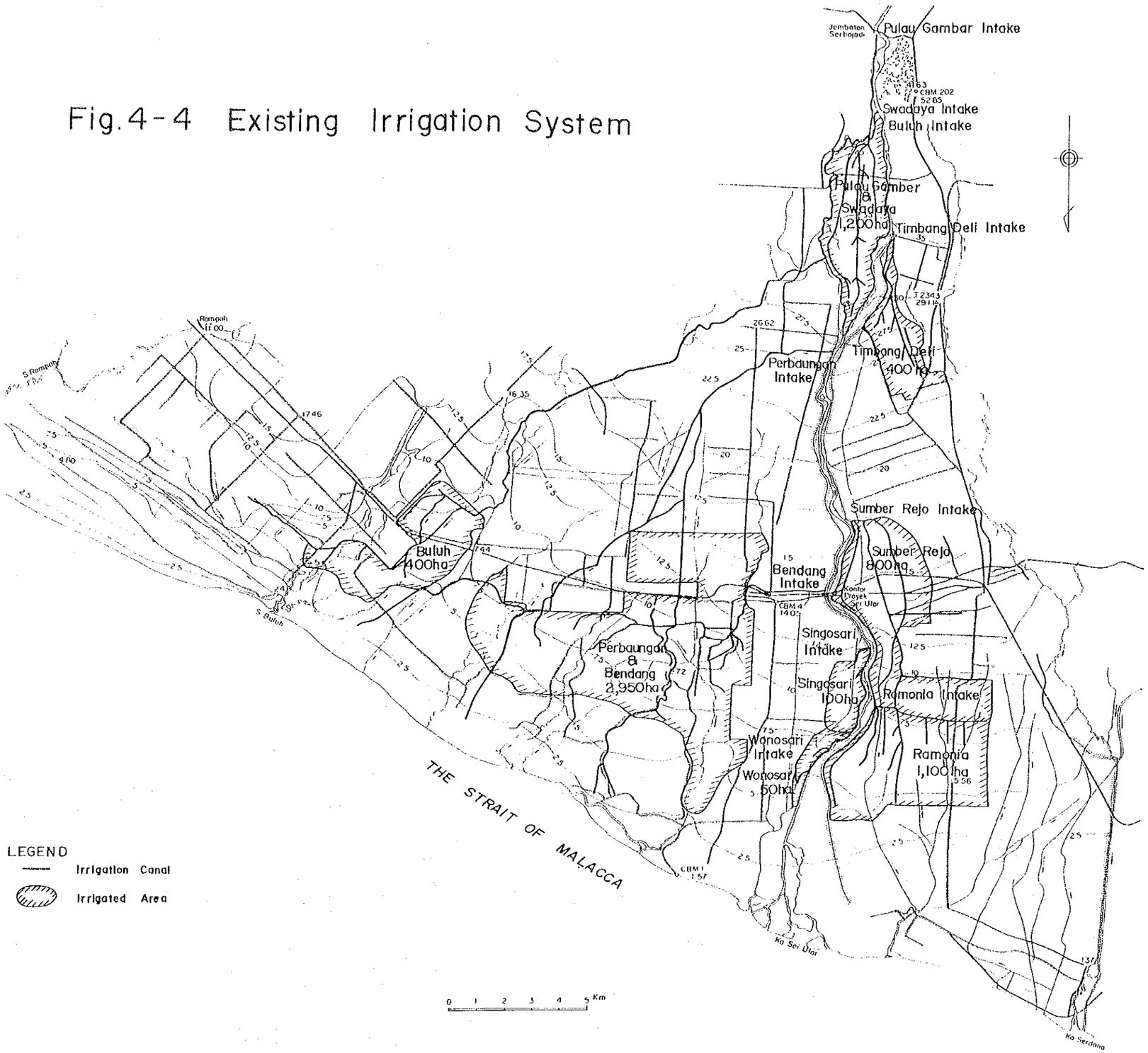


Table 4 – 6 EXISTING INTAKE FACILITIES OF THE ULAR RIVER (1)

Name	Location	Site	Completion year	Authorities concerned	Authority's planning	Irrigation area		Control of gate operation	Remarks
						Wet season	Dry season		
	km				ha	ha	ha		
Pulau Gambar	+22.5	Right	1965	P.U.Province				Sektor L.Pakam	
					1.200	1.200	800		
Swadaya	+19.7	Right	1976	P.U.Kabpaten				P.U.Kabpaten	Supplementary intake for Pulau Gambar
									area.
S. Buluh	+19.0	Right	1975	P.U.Kabpaten	4.000	400	—	P.U.Kabpaten	Project INPRES (Constructed by
									the budget from the President)
Timbang Deli	+14.3	Left	1975	P.U.Province	800	400	400	Sektor L.Pakam	
Perbaungan	+ 9.6	Right	1960	P.U.Province	4.400	1.950	1.800	P.U.Province	Rehabilitated in 1975
Sumber Rejo	+ 3.1	Left	1970	P.U.Kabpaten	3.500	800	100	Sektor L.Pakam	Rehabilitated in 1975 by the Ular
									River Project, now under P.U.Province.
Bendang	+ 0.2	Right	Before 1935	P.U.Province	1.000	1.000	900	Sektor L.Pakam	Rehabilitated in 1974 by the Ular
									River project.
Adolina	– 0.2	Right	1976	Public	—	—	—	Public	Constructed by PNP. VI ADOLINA
Singosari	– 2.6 – 3.2	Right	1970	P.U.Kacamatan	150	100	—	Farmer	
(2 places)									
Ramonia	– 4.7	Left	1967	P.U.Province	1.000	1.100	500	Sektor L.Pakam	
Wonosari	– 6.0 – 7.0	Right	1974	P.U.Kacamatan	50	50	—	Farmer	
(3 places)	– 8.0								
Total					16.000	7.000	4.500		

Table 4-7 Existing Intake Facilities of the Ular River (2)

Elevation : UP. (m)

Name	Type	Size of intake structure (gate width x number)	Bed elevation of intake	Canal						Drought		
				Bed width	Side slope	Gradient	Max. Capacity	Intake water El.	River discharge	River Discharge	Intake Water El.	Intake Discharge
		m	EL (m)	m			m³/sec	m	m³/sec	m³/sec	m	m³/sec
Pulau Gambar	Free intake	Concrete 1.00 x 2	44.0	2.30	1 : 1	0.00035	1.6	44.9	105	40.3	44.4	0.4
Swadaya	Free intake	Concrete 1.00 x 2	40.0	2.60	1 : 1	0.00015	2.5	40.7	95	39.9	40.2	0.2
S. Buluh	Free intake	Concrete 1.20 x 3	39.6	4.20	1 : 1	0.00040	3.4	40.6	260	39.7	39.5	—
Timbang Deli	Free intake	Concrete 0.75 x 2	33.2	1.00	1 : 1	0.0013	1.6	33.7	95	39.7	33.1	—
Perbaungan	Free intake	Concrete 1.20 x 4	26.0	6.00	1 : 1	0.00016	6.8	27.5	80	39.7	27.1	3.8
Sumber Rejo	Free intake	Concrete 1.00 x 4	18.0	3.00	1 : 1	0.0011	2.8	18.8	85	35.9	18.4	0.8
Bendang	Free intake	Concrete 0.80 x 2	13.4	4.00		0.0008	2.3	14.2	5	35.1	14.6	4.5
Adolina	Pump station	Yanmer TS 60mm pipe ø 4" x 2	no data	At present 150 m³/day (12 hours/day, future plan 600 m³/day)								
Singosari (2 places)	Syphon	(I) Steel pipe ø 100 x 12 (II) -ditto- ø 100 x 8	no data	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ramonia	Free intake	Concrete 1.20 x 3	7.8	2.00	1 : 1	0.0006	2.1	8.8	20	30.6	8.9	2.9
Wonosari (3 places)	Free intake	(I) Concrete pipe ø 500 x 3 (II) -ditto- ø 500 x 1 (III) -ditto- ø 500 x 1	no data	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total							23.1					12.6

Table 4-8 List of Existing Irrigation Facilities

Facilities	Unit	Pulau Gambar	S.Buluh	Timbang Deli	Perba-ungan	Sumber Rejo	Bendang	Singosari	Wonosari	Ramonia	Total
1) Intake	No.	2	1	1	1	1	1	2	3	1	13
2. Canal structures											
Diversion work	No.	2	1	-	2	4	2	1	-	4	16
Secondary diversion Work	No.	1	2	-	6	-	-	-	-	-	9
Turnout	No.	10	2	4	1	-	-	-	-	-	17
Drop	No.	4	6	-	6	-	-	-	-	-	16
Aqueduct	No.	1	-	-	1	-	3	-	-	7	12
Syphon	No.	-	-	-	2	1	-	-	-	1	4
Conduit	No.	-	1	-	-	2	-	-	-	-	3
Wooden bridge	No.	5	2	-	15	-	-	-	-	-	22
Spillway	No.	-	3	-	2	-	-	-	-	-	5
3) Canal length											
Main canal	km	4.4	27.2	2.9	9.3	2.0	4.0	0.5	-	-	50.3
Secondary canal	km	11.8	18.9	4.2	26.0	15.0	3.0	4.5	3.0	4.0	90.4
Total	km	16.2	46.1	7.1	35.3	17.0	7.0	5.0	3.0	4.0	140.7

(2) 排水組織

現在，Mallaca海峡に河口を持つ自然河川は地域内に８河川あり，Busuk，S. Buluh ならびにTungtung などの人工排水路は合計で５７Kmある。 Fig. 4－5や Table 4－9に示すように，これら自然河川が排水路は地域内の排水組織として重要な役割を果たしている。

しかしながら，この地域は自然河川や排水路の断面不足，海岸線に沿って発達した砂丘，潮汐，国道，鉄道などのため排水不良となってそる。

一般に農園地区の排水状況は比較的良好である。以前農園地帯であったUlar 川の左岸は，国道から低位部の右岸，即ちAdolina農園を除いて殆んど農園を持たない右岸より，排水の条件は恵まれている。Buluh 川の右岸は地域内で排水条件が最も不良な地区であり，この地区では排水河川は砂丘上に設けられた道路の間を海岸線に平行して流れている。

地域内の排水組織に関して最も重要な問題点は用排兼用水路の存在である。 勿論，用排兼用水路は経済的に灌漑水を配水することが出来るが，水稲栽培にとって必要なものは新鮮な水である。この新鮮な水は農業投入資材をコントロールし高収量の生産を行い，病虫害を防止する助けとなる。

従って，避けられない場合を除いて，少くとも幹線水路の段階では出来るだけ，用排分離を行うことが望ましい。また現況の排水組織を改良することは，農作業を容易にし，結果としてこの地域の水稲作の成功を約束しよう。

4.2.7 作付様式と耕作法

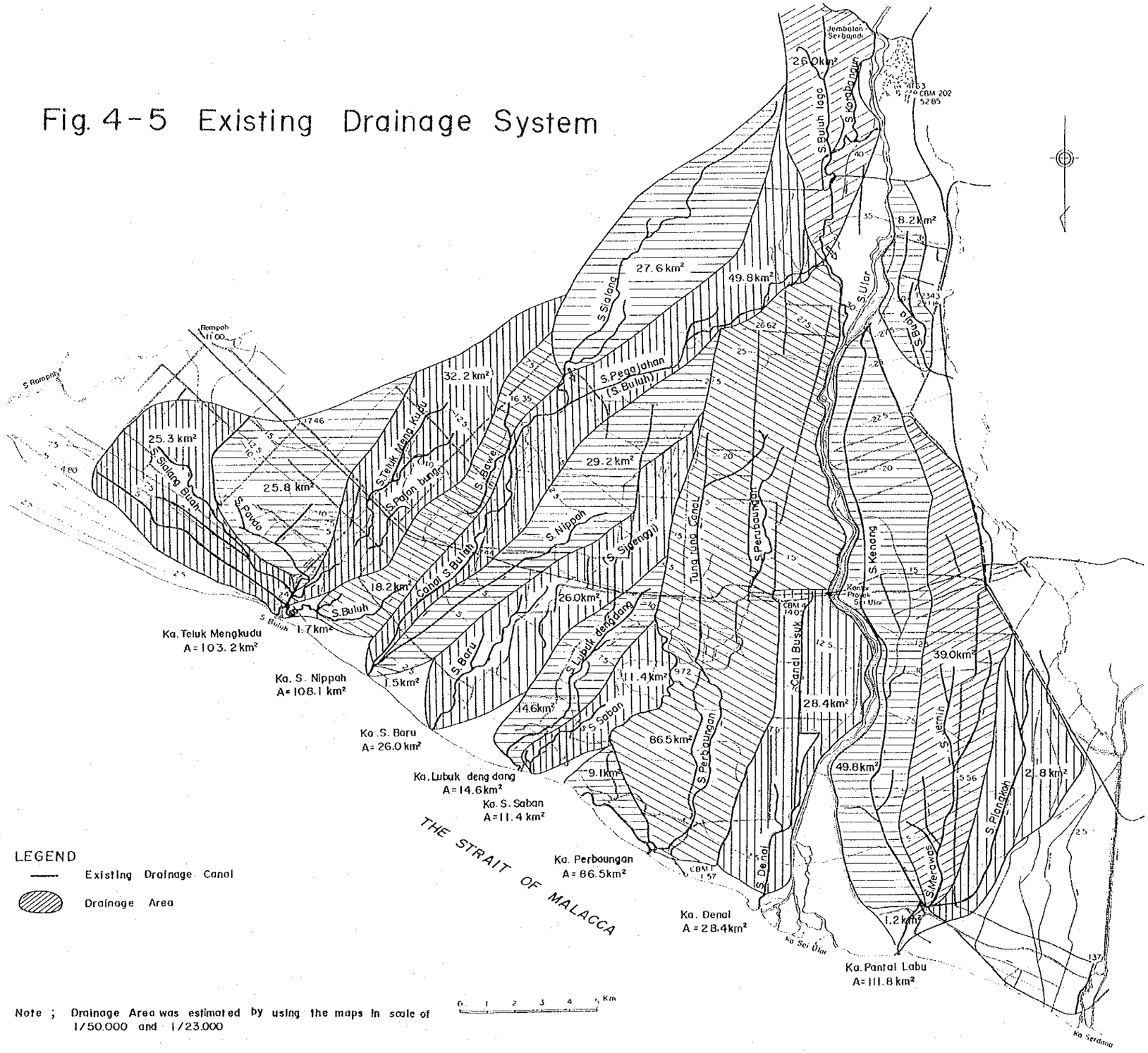
既述の如く計画地域の主要作物は稲，ポロウィジョ（Polowijo），農園作物である。稲の作付開始時期は雨期の開始時期によって概して左右され，したがって苗代期間も年によって変動する。しかしながら概して言えば，田植は１０月から１２月に，収穫は高収量品種の場合２月から４月に，在来品種の場合４月から６月にかけて行なわれる。灌漑地の乾期の稲では３月から６月にかけて田植がなされる。

稲の品種に関して言えば，ＩＲ－５，ＩＲ－２６，ＩＲ－３０，ＩＲ－３４などの高収量品種はPelita ＩとPelita ⅡのＴで促進された開発計画の結果，計画地域に広く普及している。在来品種，たとえばKodok，Rendah，Rendah Pisang，Manikなども計画地域で栽培されている。これらの生育期間は５～７ヶ月である。

農業資材の投下量は場所によって異なるが通常１ha当り約尿素４０Kg，三重過燐酸２０Kg，それに１リットルの農薬が使用されていると推定される。

計画地域の農業は播種から収穫まで労働集約的である。整地は役畜又は時には人力で行なわれる。収穫は鎌で行なわれ，稲刈用小刀（注：Ani－ani と称する）は

Fig. 4-5 Existing Drainage System



Note ; Drainage Area was estimated by using the maps in scale of 1/50.000 and 1/23.000

Table 4-9 Existing Drainage System

Name of river mouth	Side of the Ular	Distance from Ular	Name of tributary	Length	Gradient	Catchment area	Flood (1/5 year)
		km		km		km^2	m^3/sec
Pantai Labu	Left	3.5		23.9	1/ 900	111.8	60.0
			S.Kenang	22.1	1/ 800	(54.3)	31.5
			S.Merawas	9.7	1/ 800	(39.0)	23.0
			S.Plangkoh	10.4	1/1100	(21.8)	14.3
Denai	Right	1.8	Canal Busuk	11.5	1/ 800	28.4	17.5
Perbaungan	Right	6.4	Tungtung canal	9.5	1/ 800	(31.1)	19.0
			S.Perbaungan	18.1	1/ 900	86.5*	48.0
S.Saban	Right	5.0		3.7	1/ 700	11.4	7.6
S.Lubuk-dendang	Right	5.5		9.7	1/1000	14.6	9.5
S.Baru	Right	15.0		7.8	1/1000	26.0	16.0
S.Nippah	Right	18.0		31.8	1/ 800	108.1	58.0
			S.Nippah	10.1	1/ 900	(29.2)	18.0
			Canal S.Buluh	31.3	1/ 800	(77.4)**	43.0
			S.Sialang	16.0	1/ 500	(27.6)	17.0
S.Teluk Mengkudu	Right	22.0		14.2	1/ 900	103.2	56.0
			S.Buluh and S.Bawe	13.6	1/ 900	(19.0)	12.0
			S.T.Mengkudu	10.2	1/1000	(32.2)	19.5
			S.Pavdo	3.8	1/ 500	(25.8)	19.0
			S.Sialang Buah	8.3	1/1100	(20.0)	12.5
Total						490.0	

Remarks: In addition to the above rivers, both Kotabaungan and Buluhlaya rivers, which have the total catchment area of 26.0 km^2, flow into Buluh area's main canal surrounding the Pulau Gambar area.

* : including the catchment area of Tungtung canal.

** : including the catchment area of S.Sialang.

使用していない。水管理は灌漑地でも十分に行なわれていない。このように農業資材の投下量が少なく，水管理が不適切な条件であるため水稲収量は低レベルにおさえられている状況である。

ポロウィジョ（Polowijo）は雨期の稲が収穫されたのちの３月から５月にかけて播種される。ポロウィジョ（Polowijo）には肥料や農薬は一般に使用されず収量は低い。

4.2.8. 作物収量と農業生産

計画地区の作物生産量は，Deli Serdang県の農業事務所，国営農園及び農園の資料から算出した。

米とポロウィジョ(Polowijo)の単位収量は１９７１年から１９７５年の間の平均収量とした。農園作物の収量は，１９７５年のものを使用した。推定した単位収量は，Table ４－１０に示した。計画地域の年間の米の生産量は，約籾で７万トン，Pollwijoは，5,700トン，オイルパームは146,000トン，ゴムは5,000トン，全体として生産されている。

Table 4-10 Present Crop Yield and Productions

	Harvested Area (ha)	Unit Yield (t/ha)	Total Production (t)
Paddy	23,000	3.1	71,300
Polowijio	1,100	5.16	5,680
Oil palm	8,700	16.8	146,200
Rubber	3,500	1.4	4,900

4.2.9 土 地 所 有

インドネシアの土地所有は「土地改革法」として知られている「１９６０年土地基本法第５号」によって規定されている。この法律は内務省の土地局長官によって施行され，末端での適用は県土地局が行っている。この法律では北Sumatra州における農地の個人所有の限度は比較的人口密度の低い場所では水田で１０ha，畑地で１２haと定められている。

計画地域で国営農園や民営農園に利用されている公用地は約13,400haである。残余の26,600haの農地は16,122名の農民に，あるいは全農民の８３％の農民に所有されている。計画地域内の小作人や土地無し農業労働者は１９７５年にはそれぞれ，Table ４－１１に示した如く1,460名，1,693名である。

Table 4-11 Number of Farmers by Type in the Project Area

	Number	Percent
Landowners	16,122	83.64
Tenants	1,460	7.58
Landless farmers	1,693	8.78
Total	19,275	100.00

Source: Agricultural Extension Office, Deli Serdang District, 1975

計画地域の農家の平均経営耕地面積は1.14haである。そのうち0.96ha(84.36%)が稲作に利用されていると推定される。計画地域の農家平均経営耕地面積はJawa島のそれよりもはるかに大きい。しかし当地の農業の発展を阻外しているのは十分に灌漑された水田が足りないことである。灌漑技術化水田と準灌漑技術化水田の面積はTable 4－12に示した如く一農家平均にすると0.236ha，全水田面積の24.58%にすぎない。

Table 4-12 Land Condition on an Average Farm

Average farm size	ha 1.138		% 100
Rice field	0.960		84.36
Irrigation paddy field	0.369		
Technical		0.158	
Semi-technical		0.078	
Non-technical		0.133	
Non irrigated paddy field (Rain-fed area)	0.597		
Upland and orchard	0.178		15.64

4.2.10 農業振興諸制度

(1) 灌漑施設の維持管理

インドネシアでは，幹線水路から第2次支線水路までの灌漑施設の維持管理は，一般に州公共事業局の管轄下にある。

第３次水路以下の建設，維持管理は州公共事業局の監督，指導のもとに，水管理組合が行う。

計画地区内では，水路を含め１４ケ所の取水工のうち，６ケ所は州公共事業局によって，５ケ所は，Deli Serdang 県の公共事業部によって，２ケ所は農民によって，残り１ケ所は農園によって各々，建設管理されている。

北 Sumatra 州には，中央政府の基準のもとに水管理組合（Ｐ３Ａ）が設立されており，計画地域には５つの水管理組合がある。水管理組合に加入している農民数は1,０７７名で計画地域内の農民数のわずか5.５９％に相当するにすぎない。

計画地域内では農民によって建設された第３次水路はない。計画地区の灌漑施設の維持管理は現在のところそれぞれの施設の管理人の判断によって部分的に行なわれているにすぎない。取水施設では，作物暦はもちろんのこと日給水量，日給水面積は記録されていない。

(2) 農業試験研究，普及事業

インドネシアにおける農業試験研究事業は Jawa 島の Bogor 市にある農業中央研究所（CRIA）で集中的に行なわれている。この研究所は３ケ所の支所を有するが，その内の一つが西 Sumatra にある。これは Sumatra 全島での唯一の支所である。ＣＲＩＡはその本来の研究事業にさらに品種改良という重要な役目も遂行している。

インドネシアの普及事業は１９７４年農業教育訓練普及局が農業省の外郭団体として設立された事によって強化された。それと同時にインドネシア政府は農業開発センターも設立する予定である。このセンターはさらに州レベルで種子改良，さらに県・郡レベルで地域農業普及の役目をになう。前者の役割は州レベルの試験，訓練を行なうことであり，後者は普及計画の樹立，農業情報の宣伝，農家段階での指導的訓練である。

新しい普及計画によると，北 Sumatra 州は最終的には１９の地方普及所と農業高校を卒業した普及員３０４人が必要とされている。しかし現状は地域普及所は無く，普及員も２２０人で，この計画の目標からはほど遠い。しかし現状の普及員は全員農業高校を卒業しており，教育程度は非常に高い。

Deli Serdang 県には,現在普及所はなく，普及員は４８人である。４８人の普及員は一人当り2,５００人以上の農民，平均すれば約１８村を任されている。

計画地区では１４人の普及員によって遂行されているが，彼らは計画地区外の58村の普及事業も課せられている。

(3) 改良品種の増産と普及事業

改良稲品種の普及では，計画地域の近くの Deli Serdang 県 Tg. Morawa にある

州種子センター（Kebun Benik Sentral）が，改良稲品種の増産ばかりでなく，地方の篤農家や採種家のための科学的な農業技術研修も行なっている。

１７haの水田を有する，このセンターで原種は１２の農業事務所と多数の民営の採取家によって運営されている１２の種子所（Balai Benik）に配布される。種子所は村の農業組合（ＫＵＤ）を通じて農家に配布する種子を生産している。

計画地域にはLubuk Pakam地区に一ケ所種子局が存在し５haの水田を有するこの局よりＰＢ－２６，ＰＢ－３０，ＰＢ－３４などの推薦改良品種が生産される。

この計画の最盛時には灌漑水田が３７,０００haとなり，この面積には５年の品種更新計画のもとに毎年約９ tonの種子が必要であると見込まれている。計画地域には種子増産のため２０ha以上の採種圃が必要であろう。

(4) 農業協同組合と信用機関

インドネシア政府は農業生産資材と生産物の流通を円滑にすることにより農産物の増産と農村地域社会の発展を目的として，とりわけ集約農業の発達を計画されている地域において，村単位の農業協同組合（ＫＵＤ）の設立に力を入れた。

北Sumatra州当局は中央政府の規準に則りＫＵＤの設立を促進した。その結果，１９７５年末までに３０４村中の８７％つまり２６５ケのＫＵＤが設立された。しかし，その会員数は北Sumatraの農民数の6.4％，将来入会すると思われる農民は３5.5％にすぎない。

計画地域では１４ケ村に９ケのＫＵＤがすでに組織されているが，その活動は主として集中計画が行なわれず，又篤農家の不足，事務管理を行なう訓練された職員の不足により停滞している。

インドネシア国民銀行（ＢＲＩ）は全国的に農業融資事業を専門的に行なう国立銀行である。この銀行は融資するために多数の支店や，「Unit Desa BRI」として知られている営業所を設立した。

この銀行はすぐれた農家を対象としたＢＩＭＡＳセットを信用機関に融資することが認可されている。また，この銀行は自己の資金を利用して，農業協同組合を含めた種々の農業組織に融資する。

融資条件は返済期間が，ＢＩＭＡＳ計画では７ケ月，畜産計画では３年，圃場段階の灌漑施設の建設には２年の据置き期間を含み７年，月利率がそれぞれ１％である。

計画地域では，融資はＢＲＩの４つの営業所と計画地域外の５つの村単位（WUD）より供給される。

１９７６年には北Sumatra全州の総融資額の２５％，つまり約３５億ルピアがＢＩＭＡＳセット融資として計画地域に投入された。Deli Serdang県ではＢＩＭＡＳ

融資額が急激に増加した。最近の数年間の全融資額と対象者数はTable 4－13に示した。しかし，未払い率がいまだ融資額の50％と非常に高いのは重大な問題である。

Table 4-13 BIMAS Package Loan in Deli Serdang

		1974	1975	1976
Number of lender		20,786	31,267	42,388
Amount of loan	10^3 RP	364,488	630,249	987,018
Per capita 2/1	RP	17,535	20,157	22,106
Amount of repayment	10^3 RP	48,413	283,792	471,652
Per capita 3/1	RP	2,329	9,076	11,127
Amount of outstanding	10^3 RP	316,075	346,457	465,366
Per capita 4/1	RP	15,206	11,081	10,979
Ratio of repayment	%	13.3	45.0	50.3
Rate of outstanding	%	86.7	55.0	49.7

4.3 灌漑排水計画

4.3.1 概　　要

(1) 計画地域の選定

農業開発のための計画地域は次の点を留意して決められた。

この地域の農業開発はウラル川総合河川改修計画の一環として検討されるため，地形的にUlar川の左岸側にあるSerdang川と右岸側にあるRampah川に属する地域は，事業の計画地域より除かれる。従って計画地域はおおよそUlar川のSerbajadi橋の付近より始まる扇状地に位置し，SerdangおよびRampah川の流域に接することになる。

更に扇状地の境界近くにある農園や排水路の流域は，計画地域より除外し，海岸線沿いの地域も地形が複雑で塩害の可能性もあるので除外する。

従って計画地域Fig.4－10のように選定され，その面積は合計で約40,000haである。

(2) 灌漑計画

灌漑計画の対象地域は上記計画地域内にある灌漑水田，天水田を含めた合計約18,500haの既存の水田であり，新期に開田する地域はない。また農園より水田へ

の転換は現在の状況では困難と考えられる。上記18,500ha全域で米の二期作を実施することを灌漑計画の目的とする。

上記対象地域を灌漑する水源はUlar川のみとするが，用排兼用水路に流入する排水も一部灌漑水となるが，その量は無視した。

Ular川には乾期でも豊富な流量がある。従って灌漑用のダムはこの流量を多少安定化することは出来るが，堰を同時に建設しない限り取水工の取水位を安定化することは殆んど出来ない。

現存する取入工を統合して堰を設けることは確かに安定した取水深を確保出来る。しかしながら現在の取水工を改修すればUlar川の河川水位で必要水量を取水出来るとみられる。また，堰を計画出来る地点はUlar川のような天井川では上流部のみとなるが，上流部でも地形，基礎の点から堰築造は困難とみられる。

従ってこの地域の用排水組織の改良は現況取水工の改修によって行われるべきであろう。

(3) 排水計画

排水計画は灌漑対象地域の排水状況を改良することを主目的とする。従って灌漑対象地区と直接関係しない農園の排水改良はこの計画には含めていない。しかしながら，灌漑地域の排水状況を改良すれば農園に対しても直接間接的に排水の効果が影響するとみられる。

排水路を新しく海岸線にぬくことは複雑な潮流や，満潮位の高さや大量の標砂などのため困難と考えられる。従って特に排水不良である海岸線沿いの現況主要河川の改修を排水計画の主目的とすることにした。

4.3.2 農業開発計画

(1) 土地利用及び作付様式

作物の灌漑周年栽培は，洪水防止用堤防はもちろんのこと，灌漑排水施設の完成後，計画地区に導入される。

計画地区は，すでに充分開発されているので，新たに開墾する余地はない。本計画により計画地区のすべての水田は，灌漑周年栽培が可能な地区になり，灌漑技術化水田に転換される。

以上の様な背景のもとに，水稲栽培が以下の理由で，この農業開発計画に選ばれた。

1) インドネシア政府は，毎年約百万トンの米を輸入し約2億7千万ドルの外貨を出費している。従って米生産は，外貨節約はもちろんの事急速に増加する食糧需要を満たす為に，特に必要である。

2) 北Sumatra州では，0.12百トンの米を輸入もしくは他地域から移入にたよっている。2000年にはさらに0.4百トンの米が不足を来たすであろう。このことは，将来相当大きな米の市場性が生じることを意味している。

3) 米価は，現在比較的安定している。この傾向は今後も続くと想定される。便益－費用分析で，さらに，米生産は，かなり収益性が高い事が，判明された。

4) 計画地区の農民は，水稲栽培に慣れていて，米生産に対して，充分意欲を持っている。

計画地区で推奨される作付様式は，Fig.4－6に示される通り水稲二期作である。

作物生理学上，年間を通じ高温である為，種子の発芽に対する制限がないので，年間を通じていかなる時期でも播種できるが，単位収量をさらに増加させる為には水稲の光合成の効率を高める事に特別配慮が払われる必要がある。つまり出穂前15日間と出穂後25日間の光合成の効率をあげる事である。それ故水稲の作付様式は上記した時期に日照時間の長い時期に当るよう設定された。又多量の灌漑水が必要となる代かき期に出来るだけ天水を効果的に利用できる様，配慮した。

計画地区のポロウィジョ（polowijo）は水稲が収益性がきわめて高いので，計画から除外された。計画地区の作付率は，現況の1.3から将来1.8に増加するであろう。

(2) 農業資材と農作業

計画地区には，IR系統のような高収量品種が導入されるであろう。肥料と農薬の適切な施用は，灌漑農業下で，上記品種の収量を最大にする為に必須である。

施肥量は，ha当り尿素250Kg，三重過燐酸100Kgと想定した。施肥法に関しては，尿素は，分施され，重点的に追肥を幼穂形成後期に行なわれる事が望ましい。三重過燐酸は全量基肥として施される。病害虫に関しては，ウンカが媒介する有害ビールスによって引き起される被害が1973年から1976年にかけ顕著にみられた。さらにメイ虫による被害も認められる。以上の点から考えて，ダイアジノンやMPM等などの殺虫剤をha当り4リットル施用するものと設定した。さらに特に重要なことは，防除効果をあげる為に，地区内での共同防除が行なわれる事である。

水管理の面から，水稲の生育期毎の適切な水管理が行われる事も目標収量を達成する上で重要な事であり，落水（中干し），浅水，深水灌漑法などが導入されるであろう。

本計画が行なわれない場合の将来の必要農業資材量は，施肥量が僅か増加する以外は，実質的な変化は，ないと予想される。計画が行なわれた場合と行なわれなかった場合の必要農業資材及び経費はTable 4－14，15及び16に示されている。

Fig.4-6 Proposed Cropping Pattern

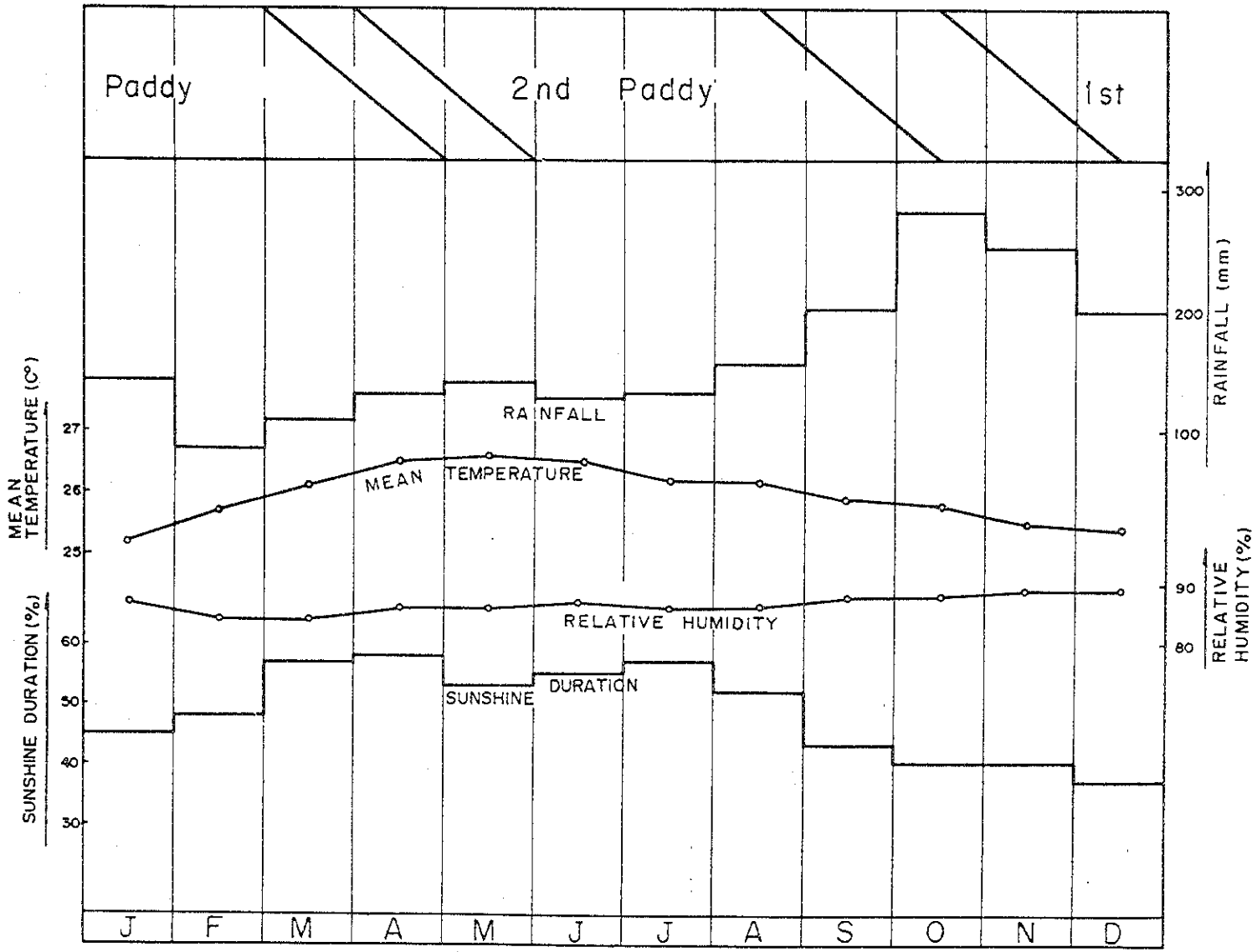


Table 4-14 Input Requirement for Paddy per ha for Rainfed Area including Non-technical Area (Without Project)

Item	Amount (Rp.)
Seed	2,500
Fertilizer	
Urea	12,000
T.S.P.	4,000
Insecticide	1,800
Rodenticide	460
Labor Cost	
Land Preparation & Nursery	12,000
Planting	8,400
Weeding, Fertilizing & Spraying Chemicals	25,000
Harvesting	10,000
Miscellaneous Cost	4,840
Total Cost	81,000

Table 4-15 Input Requirement for Paddy per ha for Irrigated Land (Double Cropping Area of Paddy for 4,500 ha) (Without Project)

Item	Amount (Rp)
Seed	3,750
Fertilizer	
Urea	16,400
T.S.P.	6,200
Insecticide	2,800
Rodenticide	840
Labor Cost	
Land Preparation & Nursery	13,000
Planting	8,600
Weeding, Fertilizing & Spraying Chemicals	29,800
Harvesting	11,500
Miscellaneous Cost	5,110
Total Cost	98,000

Table 4-16 Input Requirement for Paddy per ha
(With Project)

Item	Amount (Rp)
Seed (25 kg, Rp.150/kg)	3,750
Fertilizer	
Urea (850 kg, Rp.80/kg)	20,000
TSP (100 kg, Rp.80/kg)	8,000
Insecticide	
(4ℓ, Rp.900/ℓ)	3,600
Rodenticide	
Zinc phosphide (0.5 kg, Rp.2,300/kg)	1,150
Labor Cost	
Land Preparation & Nursery	14,000
Planting	8,800
Weeding, Fertilizing & Spraying Chemicals	33,700
Harvesting	13,000
Miscellaneous Cost	7,000
Total Cost	113,000

(3) 予想単位収量と生産量

現況の作物低収量は，主として少い投下資材量と不適切な水管理という原因に帰するものと考えられる。本計画が実施された場合の米の生産量は，前節で推奨された様に，改良された灌漑農業により増加するものと思われる。本計画に於ては予想収量を ha 当り籾で 4.5 トンと想定した。これは，計画地区内の充分に灌漑された地区の資料，Tg. Morawa にある州種子センター，国際稲作研究所，Bogor の農業試験場等の資料に基ずいて推定された。

収量は，毎年漸次増加し，改良灌漑の導入後7年目で目標収量 4.5 トンに達する様計画された。本計画が実施されない場合の将来の単位収量は，北 Sumatra 州に於ける収量の経年変化の傾向と投入資材の予想増加を考慮して推定した。作物の予想単位収量はTable 4－17に要約される。

(4) 流通及び価格の見通し

北 Sumatra 州に於ける米の需要供給の将来予想は，以下の前提のもとで，1980年から2000年まで行なわれた。

Table 4-17 Future Unit Yield and Production of Crops

	Without Project			With Project			
	Unit yield (t/ha)	Area (ha)	Production (t)	Unit yield (t/ha)	Area (ha)	Production (t)	Increase
	(1)	(2)	(3) = (1)x(2)	(4)	(5)	(6) = (4)(5)	(7) = (6)-(3)
Paddy	3.4	14,000 /1	47,600	4.5	33,300 /3	149,850	66,250
	4.0	9,000 /2	36,000				
Polowijo	5.16	1,100	5,680	-	-	-	-5,680

/1 : Rainfed-area & non-technical area

/2 : Doucle cropping of paddy area (or technical & semi-technical area) (4500 ha x 2)

/3 : Wet season paddy area (18,500 h a) + Dry season paddy area (14,800 ha)

1) 年人口増加率　2.9％（Table 4－18参照）

2) 一人当り米消費量は年間150Kg（籾で250Kg）

3) 北Sumatra州の米の年増加量は33,540トン（籾で55,900トン，Table 4－19参照）

予測は，いくぶん簡単な前提で行なわれたが，その結果，将来2000年には，約40万トンの米不足が生ずる。1980年から2000年までの予想される米不足量は，Table 4－20に示される。

一方本計画によって生産される米は，年間約90,000トン（白米で）（Table 4－17参照）と推定されるが，上記需給状態に於ては，充分，その市場性が高い。

本計画で使用する，米の庭先価格はKg当り65ルピアと想定した。詳細は，Table 4－21に示した。/1

4.3.3　灌漑排水計画

(1)　一般計画

第4章4.2.6及び4.3.1節に述べた通り，本計画地域の農業開発の為の灌漑排水計画は，ダム又は堰のような特別の構造物を建造せずに，既存の組織を改修する事と灌漑面積を拡大することを目的とする。

灌漑計画の対象地域はUlar川の扇状地にあり，主として海岸に沿った地帯である。対象地域は合計で18,500haであり，年二期作の米作を計画としている。

Ular川は過去の観測資料によれば，上記対象地域の灌漑必要水量を充分確保出来るので，灌漑の水源はUlar川のみとする。用排兼用水路に流入する排水量は灌漑用水量としては無視するものとする。

受益地区に対する各取水工の標高と取水能力の検討により，それぞれの取水工の対象面積を決定し，Fig. 4－10に示めす様に既存の灌漑組織の改良を計画した。取水工に関しては既存の灌漑用取水工13ケ所のうち，3ケ所は現状のまま残し，5ケ所は1つに統合する。他の5ケ所については改修を計画する。従って9ケ所の取水工で18,500haを灌漑する。

排水に関しては，既存排水組織の全部を改良するのではなく，灌漑計画地域に関連する幾つかの排水河川，更に比較的大きな排水量を持つ河川等を改修の対象として選ぶ。Fig. 4－11は排水組織の改修計画を示す。

/1：世界銀行（IBRD）によって予測された1980～1985年に於ける国際価格。

Table 4-18 Population in North Sumatra Province

Year	Population	Population Growth rate
1961	4,964,723	
1962	5,105,700	2.8
1963	5,321,900	4.2
1964	5,362,500	0.8
1965	5,498,300	2.5
1966	5,639,300	2.6
1967	5,785,200	2.6
1968	5,936,600	2.6
1969	6,094,000	2.6
1970	6,413,270	5.2
1971	6,690,723	4.3
1972	6,889,960	3.0
1973	7,091,866	2.9
1974	7,297,927	2.9
1975	7,509,113	2.9
1976	7,726,737	2.9

Source: Statistical Year Book of North Sumatra, 1975

Table 4-19 Harvested Area and Total Production of Rice in North Sumatra Province

Year	Harvested area	Total production/4 of rice	
1969	501,519	846,746/1	(1,411,243)/2
1970	512,435	866,869	(1,444,781)
1971	556,539	947,006	(1,578,343)
1972	564,969	1,001,758	(1,686,264)
1973	502,251	1,014,579	(1,690,965)
1974/3	521,896	922,609	(1,537,681)
1975/3	518,241	826,682	(1,377,804)

/1 : Rice

/2 : Paddy (conversion ratio from paddy is rice = 100:60)

/3 : Harvested area and total production of rice decreased due to damages by leaf hopper 1974 and 1975 are excepted for estimation of increasing rate of rice production per annum.

/4 : Increasing rate of total production of rice between 1969 and 1973 is estimated at 33,540 tons per annum (or 55,900 tons of paddy).

Table 4-20 Forecast of Rice Shortage in North Sumatra Province

Year	Population/1	Demand/2	Production/3	Balance
1980	8,663,000	1,299,000	1,249,359	- 50,000
1985	9,994,000	1,499,000	1,417,059	- 82,000
1990	11,580,000	1,730,000	1,584,759	-145,000
1995	13,301,000	1,995,000	1,752,459	-243,000
2000	15,345,000	2,032,000	1,920,159	-382,000

/1 : Annual population growth rate = 2.9%
/2 : Per capita consumption of rice = 150 kg of rice per year.
/3 : It is assumed that the annual increased production is 33,540 tons of rice after 1973.

Table 4-21 Rice Price for Economic Evaluation of the Project

			Rp./t
International market price FOB Bangkok	US$270/t		112,050
Transportation cost Bangkok-Belawan	US$ 10/t	Rp./t 4,150	116,200
Handling charge & warehouse charge (handling charge Rp 1,000 10 Rp/day x 60 days = Rp 600)		1,600	117,800
Transportation cost Belawan-Medan		2,600	120,400
Processing cost			
a. Package & handling charge		4,000	116,400
b. Milling charge		2,500	113,900
c. Selling price of paddy	b x 0.6		68,340
Transportation and broker's margin		2,500	65,840
Farm gate price			65,840 (65,000)

(2) 用 水 源

灌漑計画の検討に利用出来るUlar川の流量観測所は事業地域の最上流に位置するPulau Gambar取付工付近のSerbajadi地点に設置されており，本地点の支配流域は1,030.6㎢である。SerbajadiよりUlar河口までの残流域は殆んど無い。それ故渇水時の河川流量は下流の取水量に応じて除々に減少するものとみなす事が出来る。

灌漑計画はインドネシアに於いては一般に½年確率の渇水流量に基づいて策定されている。しかしながらSerbajadi地点の流量観測は実際には過去3年半しか行なわれていず，又河川流量と流域内の面積雨量の相関は認められない。それ故，½年確率の渇水流量を計算することは困難である。

従って灌漑計画は旬別流量に基づいて検討する。過去の記録によれば各月の灌漑必要水量は同じ月の旬別河川流量より小さい値を示している。 必要水量と旬別河川流量との最小の差は10.7㎥/Sであり，1972年の7月の下旬に生じている。Pulau Gambar付近でのその時期の河川流量は33.3㎥/sである。

以上の事は，既往の最も危険な河川流量時においても，Ular川は取水後なお10㎥/s以上の流量が残っている事を意味する。Fig.4－7は旬別流量と灌漑所要水量との関係を示す。

(3) 用 水 量

本事業地域及び近隣地域に於いては灌漑用水量に関して利用できる資料は殆んどない。それ故水稲の消費水量は気象資料を用いて計算し，その他の必要水量はインドネシアでの観測記録及び経験的に採用されている資料を参考として決定した。

Table 4－22は単位用水量と全所要水量の計算結果を示す。 表中で月有効雨量は事業地域内の各観測所の½年の渇水月雨量の平均値の80％と仮定した。消費水量はSampali地点での気象資料を用い，修正ペンマン法により計算した。日浸透量は乾期では月に3㎜，雨期では月に2㎜とした。 本田準備用水量を含んだ代かき用水量は各作付の当初の20日間に200㎜とし，導水損失は36％と仮定した。また作物収獲の前の最後の15日間は灌漑用水は必要としない。

計画の作付体系に応じて計算された最大日所要水量は雨季期では2月に，乾期作では6月に生ずる。その全灌漑面積18,500haに対する所要水量はそれぞれ，22.6㎥/s，25.2㎥/sである。

Fig.4-7 Relation of River Discharge and Diversion Requirements with and without Effective Rainfall

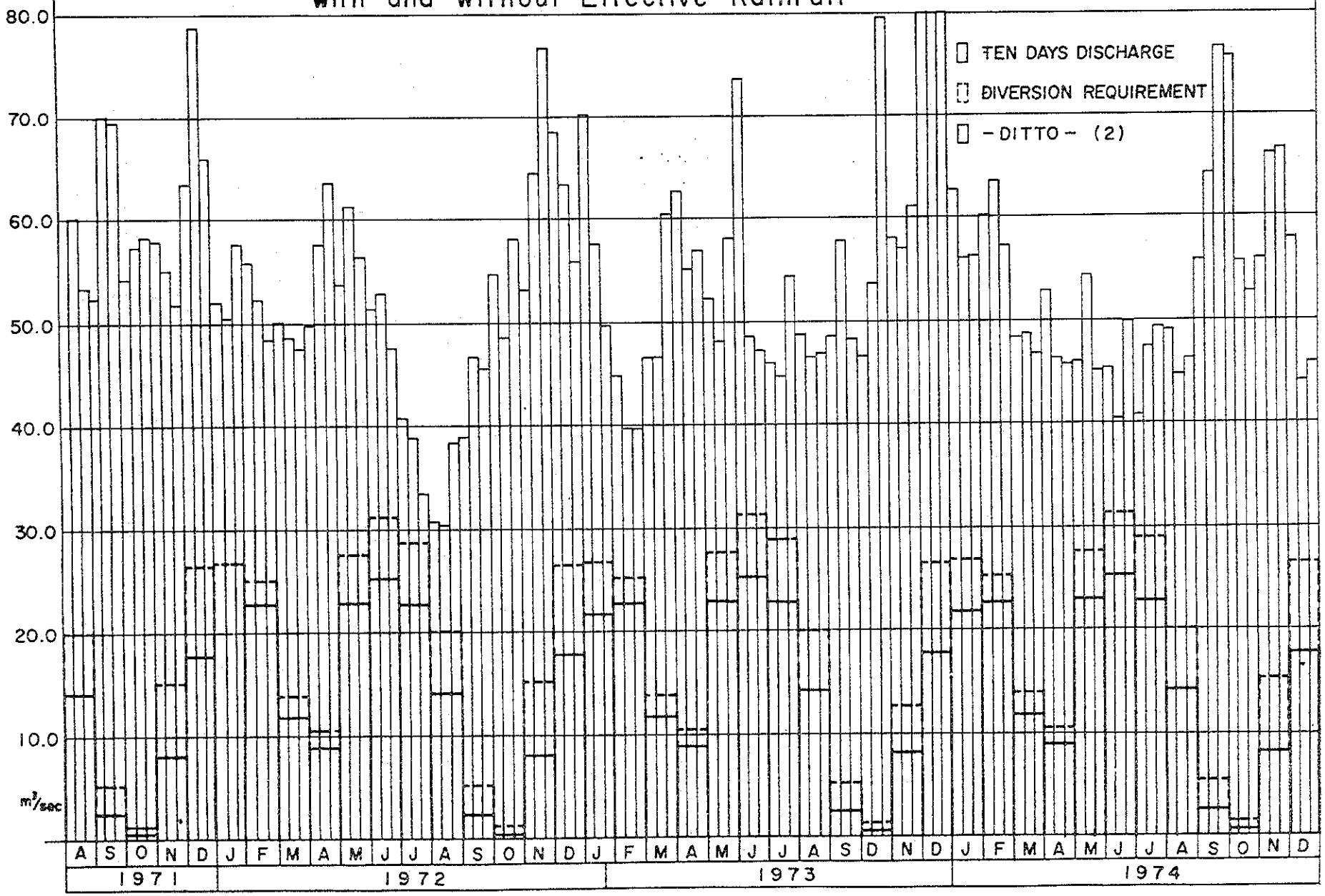


Table 4 - 22 UNIT AND TOTAL DIVERSION WATER REQUIREMENTS

Item	Unit	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1. Effective rainfall	mm	45	23	37	51	59	55	57	74	105	149	128	89
Cropping pattern			15d		20d				15d		20d		
2. Comsumptive water use	mm	153	141	163	146	147	158	174	155	131	114	115	119
3. Percolation	mm	93	84	93	90	93	90	93	93	60	62	60	62
4. Puddling water requirement	mm	2	—	—	67	100	33	—	—	—	19	98	81
5. Field delivery requirement	mm	203	202	219	252	281	226	210	174	86	46	145	173
6. — ditto —	l/s/ha	0.758	0.835	0.817	0.972	1.049	0.872	0.784	0.649	0.332	0.172	0.559	0.646
7. Ratio of area		1.000	0.938	0.500	0.313	0.750	1.000	1.000	0.750	0.250	0.062	0.500	0.938
8. Unit diversion requirement	l/s/ha	1.18	1.22	0.64	0.48	1.23	1.36	1.22	0.76	0.13	0.02	0.44	0.95
9. -ditto- (without effective rainfall)	l/s/ha	1.45	1.36	0.75	0.57	1.49	1.69	1.56	1.08	0.29	0.07	0.82	1.43
10. Total diversion requirement	m^3/s	21.8	22.6	11.8	8.9	22.8	25.2	22.6	14.1	2.4	0.4	8.1	17.6
11. -ditto- (without effective rainfall)	m^3/s	26.8	25.2	13.9	10.5	27.6	31.3	28.9	20.0	5.4	1.3	15.2	26.5

(4) 排 水 量

稲作は4～5日以上の期間冠水すると甚だしい障害をもたらす。冠水後は4日以内に水田の水位は作物が水面より少くとも15㎝露出するように低下させねばならない。

計画排水量は上記のことを考慮して，インドネシアの第二世銀関係の事業のための特殊法人であるPROSIDAが使用している方法に従い，再現期間5年の降雨による洪水量とした。

PROSIDAの方法によると，農地からの地表排水には合理式を適用し，又村落，道路，非農地から成る排水地域からの流出にはMacmathの経験式を適用した。

Fig.4－8は本計画地域の所要排水量の計算結果及び算出方法を示す。 計算中，農地と他の地域との比率はそれぞれ75％，25％と仮定した。再現期間5年の最大日雨量は本計画地域の雨量観測所での平均値，122㎜を使用した。

点雨量と面積雨量に換算するには流域の大きさと関係があり，50haの場合100％とし，5,000haの場合90％と仮定している。滞砂による断面の縮少を考慮し計算流量の15％を余裕として見込んだ。この余裕は特に河口付近で考慮すべきであろう。

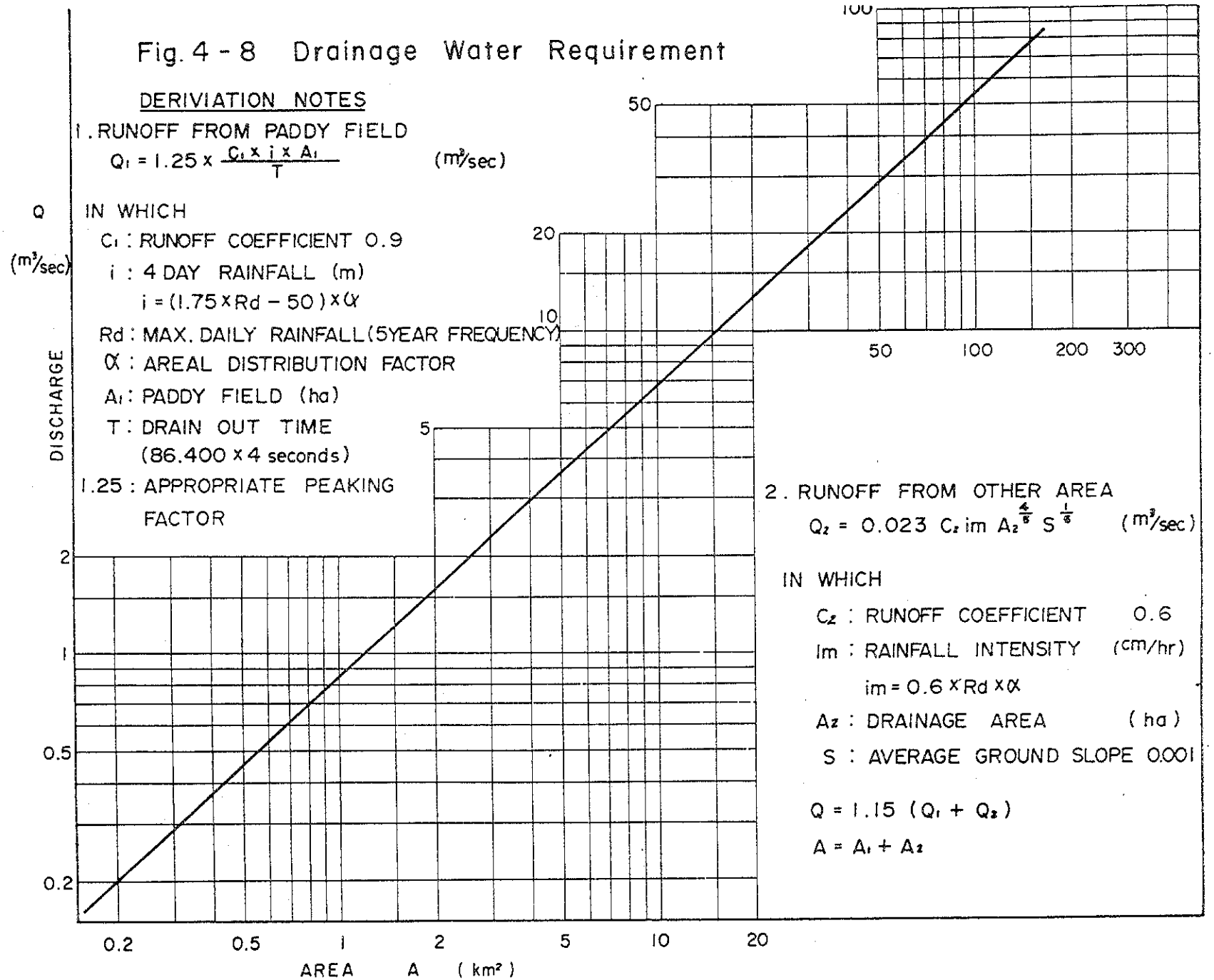
(5) 灌漑用水系統

Fig.4－9，10に示す通り，事業地域の灌漑系統は9ケ所の取水工により計画し，灌漑面積の合計は18,500haである。

Swadaya取水工は改修され，既存のPulau Gambar取水工と共に1,200haのPulau Gambar地区を灌漑する。Buluh取水工は改修することで，その受益面積は既存の400haに増加する。しかしながらBuluh地区の幹線水路は，水路延長が長く，用排分離には莫大な建設費用を要するため，灌漑排水の両目的を兼ねた用排兼用水路のまゝとする。Timbang Deli地区を拡大するために州公共事業局が当初計画した地域は現在農園となっており，改修された取水工は既存の400haのみを灌漑する。

Bendang取水工は現況のままとするが，Perbaungan取水工は改良を行う。この両取水工によって灌漑される地域は水路で連絡されているので，現況の2,959haから7,200haまで対象面積を拡大する1つの灌漑系統であると考えられる。改修を計画したSember Rejo取水工はRamonia取水工で包括できない面積を取り込み，対象面積は800haから2,700haに増加する。Ramonia取水工は改良を加えず，灌漑系統を1,100haから1,700haに拡げる。Singosari取水工はUlar川下流の右岸側に沿う5ケ所の小取水工を統合し既存の150haから700haに灌漑面積を拡大する。

Fig. 4 - 8 Drainage Water Requirement



DERIVIATION NOTES

1. RUNOFF FROM PADDY FIELD

$Q_1 = 1.25 \times \frac{C_1 \times i \times A_1}{T}$ (m³/sec)

IN WHICH

C_1 : RUNOFF COEFFICIENT 0.9

i : 4 DAY RAINFALL (m)

$i = (1.75 \times Rd - 50) \times \alpha$

Rd : MAX. DAILY RAINFALL (5YEAR FREQUENCY)

α : AREAL DISTRIBUTION FACTOR

A_1 : PADDY FIELD (ha)

T : DRAIN OUT TIME (86.400 × 4 seconds)

1.25 : APPROPRIATE PEAKING FACTOR

2. RUNOFF FROM OTHER AREA

$Q_2 = 0.023\ C_2\ im\ A_2^{\frac{4}{5}}\ S^{\frac{1}{5}}$ (m³/sec)

IN WHICH

C_2 : RUNOFF COEFFICIENT 0.6

Im : RAINFALL INTENSITY (cm/hr)

$im = 0.6 \times Rd \times \alpha$

A_2 : DRAINAGE AREA (ha)

S : AVERAGE GROUND SLOPE 0.001

$Q = 1.15\ (Q_1 + Q_2)$

$A = A_1 + A_2$

Fig.4-9 Diagram of Irrigation Water Distribution System (with Project)

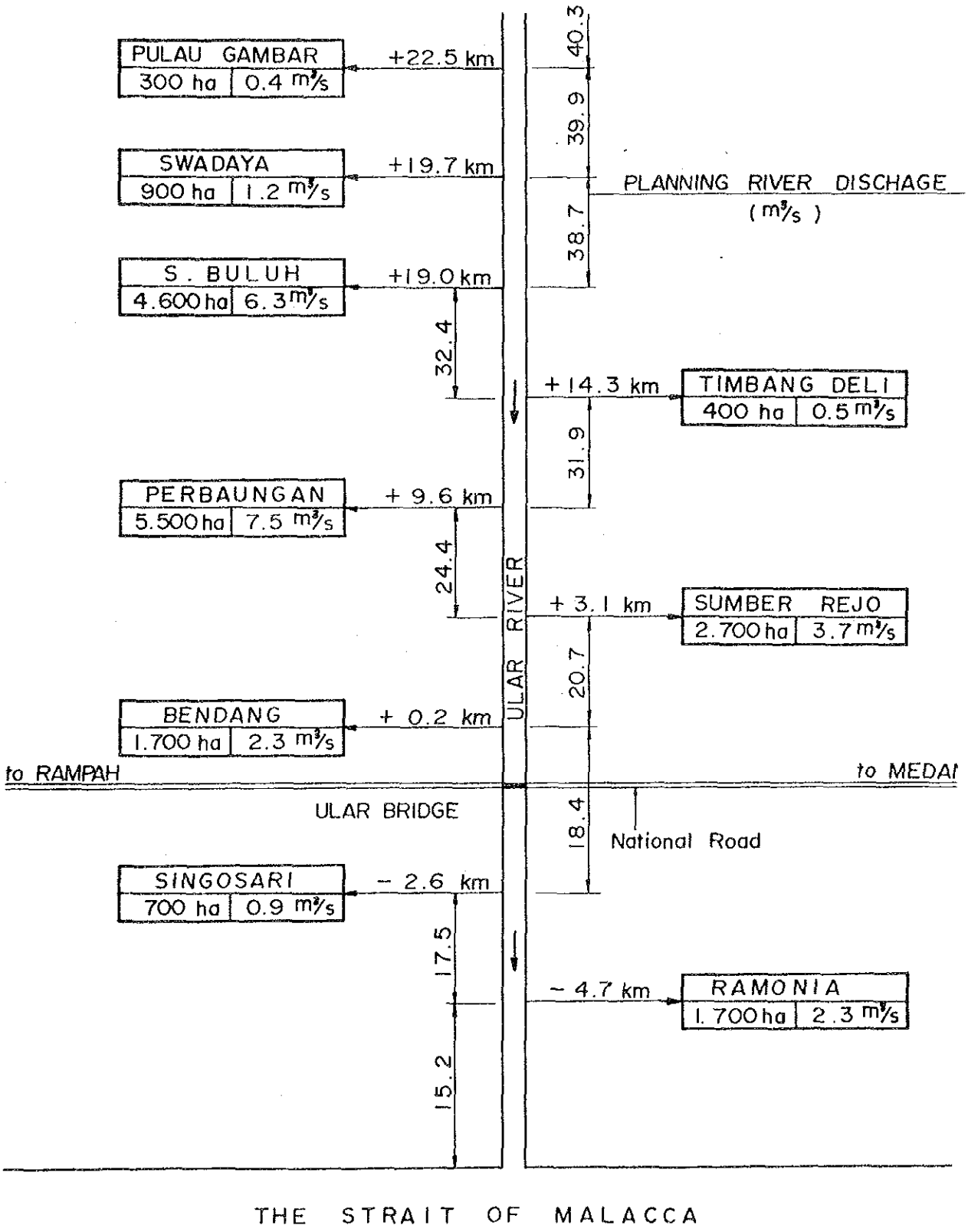
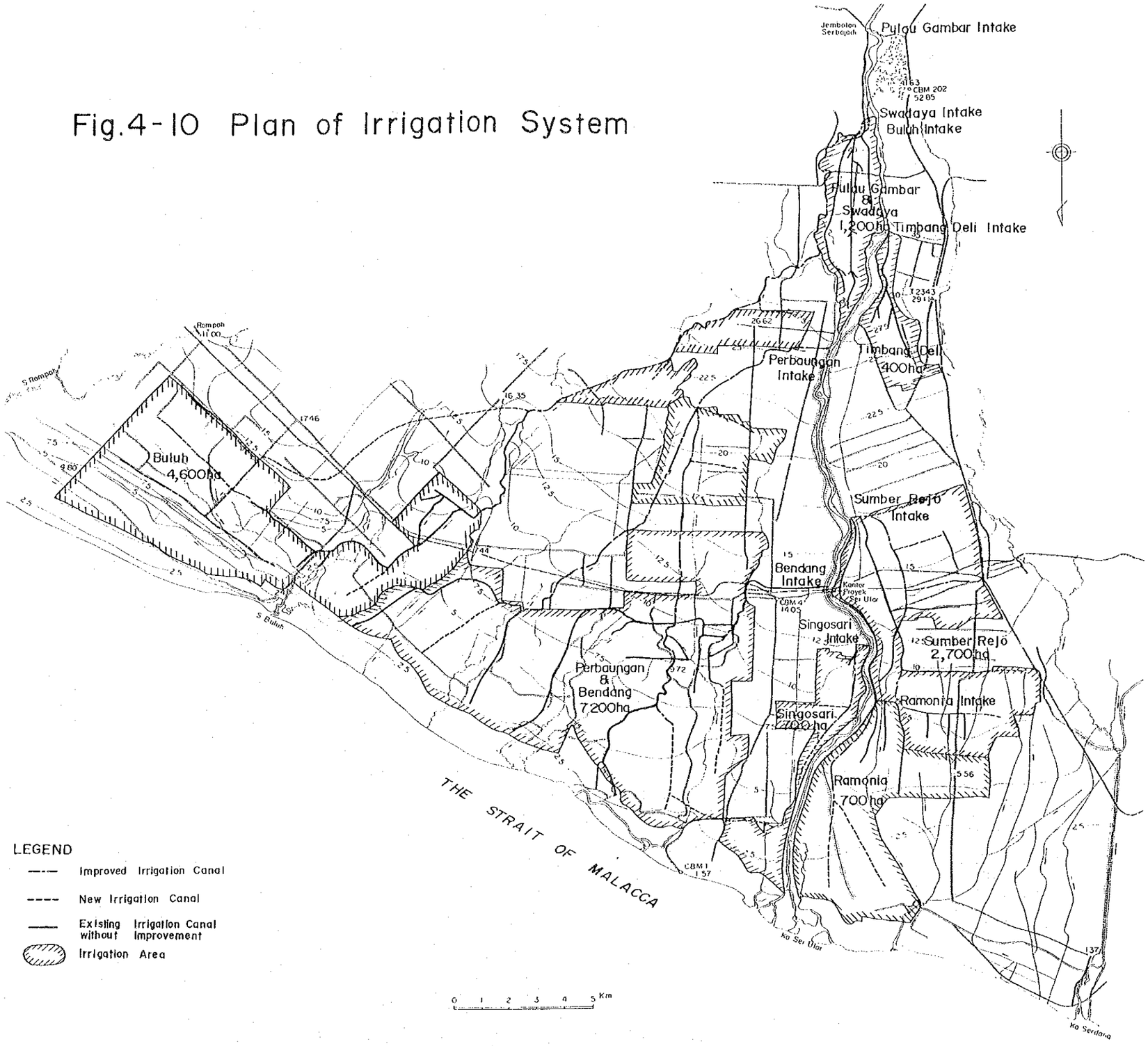


Fig.4-10 Plan of Irrigation System



排水系統の改良は排水量が大きいBuluh川とPerbaungan川の流域に集中して計画する。特にBuluh区域を用排兼用で流れる幹線水路により導水される排水は現在Nippah川の支流となっているBuluh排水路に負担をかけている。主な排水工事は上記Buluh幹線水路の排水量をBuluh川の支線とNippah川に分散させる事である。何故ならBuluh幹線水路は灌漑水路としても使用されるからである。なおBuluh川Nippah川，Perbaungan川の重要な支川は灌漑受益地内に於いて断面を拡大する様に計画する。Fig.4－11は排水系統の改良計画を示す。

4.3.4　灌漑排水工事計画

(1)　取 水 工

Fig.4－9は，総取水量が最大の25.2㎥/sで，かつ河川流量が同時期では最小の旬別流量40.3㎥/secを示す時（1972年6月）のUlar川から取水する灌漑系統図である。しかしながら実際には，総取水量と旬別流量との最小差は7月下旬に生ずる。又この時の総取水量，最小旬別流量及びこれらの差はそれぞれ22.6㎥/s，33.3㎥/s，10.7㎥/sである。

取水工の改修計画は総取水量を確保するために敷高を下げる事と巾を少し広げる事を主としている。上記の2つの場合で各取水工及びこれに接続する給水路の標高と断面を検討した。河川流量と河川水位の関係は河川改修後殆んど変化しないので，この関係はFig.4－2に基づいている。検討結果はTable 4－23に示した。Pulau Gambar，Bendang及びRamoniaの3ケ所の取水工は改修しない。

取水工での設計流入流速は0.6m/s～0.8m/sであり，土水路の最大流速は0.6m/sとしている。それ故，浮遊土砂は水路の上流部の，ある範囲に滞砂するものと考えられる。設計流速より小さな取水流速を保つように適切な取水ゲート操作を行う事と取水工及び水路を随時維持管理する事が必要となろう。沈砂池の必要性と有効性は次回のフィジビリティ・スタディに於いて検討する事が望ましい。

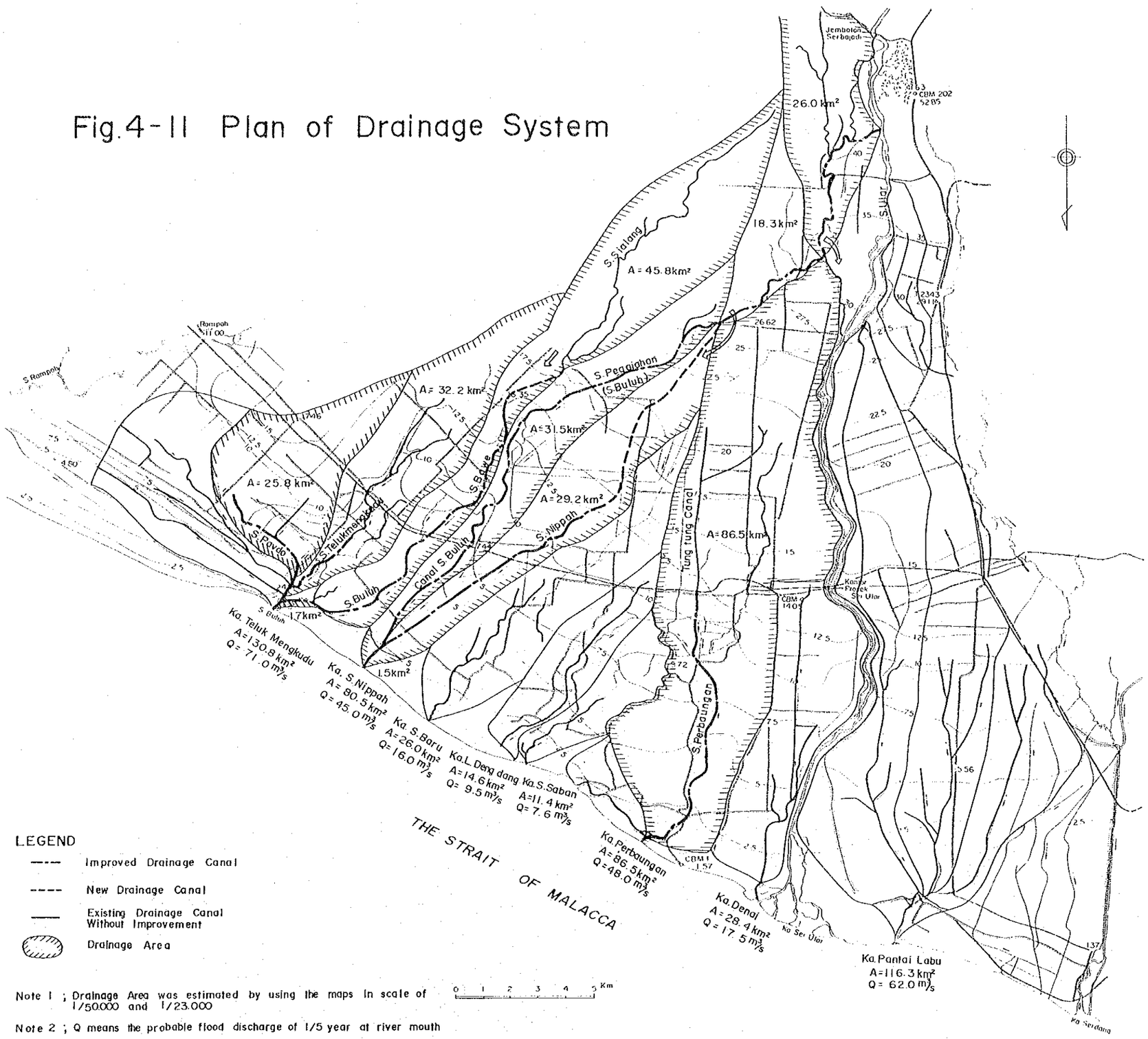
(2)　関連構造物

Table4－24は計画の灌漑施設の一覧表であり，現況のまま利用する施設と，改修施設と新設構造物に区分して示した。水路は末端圃場150haまでを支配出来る二次水路までの延長を計上してある。

最も重要な施設の一つは分水工に付帯する量水装置である。量水装置による適切な水管理はこの地域の水田栽培にとって不可欠のことである。

また，水路内面の浸蝕と崩壊を防ぐため落差工を設置することも重要な点である。

Fig.4-11 Plan of Drainage System



Note 1 ; Drainage Area was estimated by using the maps in scale of 1/50.000 and 1/23.000

Note 2 ; Q means the probable flood discharge of 1/5 year at river mouth

Table 4 – 23 PLANNING INTAKE FACILITIES FOR IRRIGATION

Elevation : UP

Name	Location	Site	Irrigation area	Max. intake discharge	River discharge	Intake water level	Gate width x number	Bed elevation of intake	Canal			Remarks
									Bed width	Sideslope	Gradient	
	km		ha	m³/sec	m³/sec	EL. (m)	m	EL. (m)	m			
Pulau Gambar	+22.5	Right	300	0.4 (0.4)	40.3 (33.3)	44.4 (44.3)	1.00 x 2	44.0	2.30	1 : 1	0.00035	not improved
Swadaya	+19.7	Right	900	1.2 (1.1)	39.9 (32.9)	40.2 (40.1)	1.00 x 2	39.5	2.60	1 : 1	0.00038	
S. Buluh	+19.0	Right	4.600	6.3 (5.6)	38.7 (31.8)	39.5 (39.4)	1.20 x 5	38.4	7.38	1 : 1	0.00018	dual-purpose canal
Timbang Deli	+14.3	Left	400	0.5 (0.5)	32.4 (26.2)	33.0 (32.9)	1.00 x 2	32.6	1.00	1 : 1	0.00030	
Perbaungan	+ 9.6	Right	5.500	7.5 (6.7)	31.9 (25.7)	27.0 (26.9)	1.20 x 6	25.9	8.78	1 : 1	0.00014	
Sumber Rejo	+ 3.1	Left	2.700	3.7 (3.3)	24.4 (19.0)	18.2 (18.1)	1.20 x 4	17.3	5.43	1 : 1	0.00019	
Bendang	+ 0.2	Right	1.700	2.3 (2.1)	20.7 (15.7)	14.4 (14.4)	0.80 x 2	13.4	4.00	0	0.00080	not improved
Singosari	– 2.6	Right	700	0.9 (0.8)	18.4 (13.6)	11.6 (11.6)	0.80 x 2	10.9	1.65	1 : 1	0.00036	
Ramonia	– 4.7	Left	1.700	2.3 (2.1)	17.5 (12.8)	8.6 (8.5)	1.20 x 3	7.8	2.00	1 : 1	0.00060	not improved
Total			18.500	25.1 (22.6)								

( ) In case of min. ten days discharge

Table 4 – 24 PROPOSED IRRIGATION FACILITIES

Note ; A : Facilities not improved
B : Facilities improved
C : New facilities

Name of Intake	Facility / Item	Intake (Unit : No)	Canal structure (Unit : No)									Canal length (km)		
			Deversion Work	Secondary deversion work	Turn out	Drop	Aqueduct	Syphon	Conduit	Bridge	Spillway	Main Canal	Secondary Canal	Total
Pulau Gamlar	A	1	2	1	10	4	1	—	—	5	—	4.4	11.8	16.2
	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Swadaya	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.3	—	0.3
	B	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.8	—	0.8
	C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S. Buluk	A	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	0.5	16.0	16.5
	B	1	1	2	—	6	—	—	1	2	3	26.7	2.9	29.6
	C	—	1	5	7	—	—	5	1	—	—	—	33.5	33.5
Timbang Deli	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.9	0.9
	B	1	—	—	4	—	—	—	—	—	—	2.9	3.3	6.2
	C	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Perbaungan	A	—	—	6	—	—	—	—	—	6	—	—	3.2	3.2
	B	1	2	—	1	6	1	2	—	9	2	9.3	22.8	32.1
	C	—	—	4	3	—	—	4	—	—	—	—	15.5	15.5
Sumber Rejo	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9.7	9.7
	B	1	4	—	—	—	—	—	1	—	—	2.0	5.3	7.3
	C	—	—	2	3	—	—	—	—	—	—	—	8.1	8.1
Bendang	A	1	—	—	—	—	3	—	—	—	—	4.0	1.6	5.6
	B	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.4	1.4
	C	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	3.2	3.2
Singosari	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.1	1.1
	B	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.7	3.7
	C	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	3.8	3.8
Ramonia	A	1	3	—	—	—	6	1	—	—	—	—	—	—
	B	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	4.0	4.0
	C	—	—	2	3	—	1	—	—	—	—	—	9.5	9.5
Total	A	3	5	7	12	4	10	2	1	11	0	9.2	44.3	53.5
	B	6	11	2	5	12	2	2	2	11	5	41.7	43.4	85.1
	C	—	1	14	18	2	1	9	1	0	0	—	73.6	73.6

(3) 末端水路及び農道

前述の通り，計画地域内の末端施設は未整備の状況にある。特に圃場水路及び農道等が不足しているため灌漑地域が限定されているようにみられる。従って圃場水路，支線道路及び農道等の密度を少なくともそれぞれ20m/ha，40m/ha，30/ha，15m/ha程度に増やす工事を本事業計画に含めた。

(4) 排水工事

排水工事はFig.4－11及びTable 4－25に示す如く計画する。新橋梁の建設と既存橋梁の改良も本事業計画に含めた。

Table 4-25 Proposed Drainage Works

Name of river	Improvement	New construction	Total	Bridges
	km	km	km	places
S. Perbaungan incl. Tungtung canal	10.8	-	10.8	3
S. Nippah	10.1	8.1	18.2	3
S. Buluh and Baweh	10.5	5.8	16.3	3
S. Telukmengkedu	3.6	-	3.6	1
S. Pavdo	3.8	-	3.8	1
Total	38.8	13.9	52.7	11

4.4 灌漑排水の建設費

4.4.1 工 事 計 画

本事業地域の灌漑系統は8ヶ所の地区に分けられる。各地区の工事を1年間で完了するものと仮定すると，Buluh地区の開発は最も大きい工事量を必要とし，本事業の建設機械の数と能力がこの工事量により決まり，これにより建設期間は3年と決定した。

8ヶ所の地区を開発する工事計画は各地区の技術的，経済的観点より検討し決定した。第1年度はSember Rojo，Ramonia，Pulau Gambar及びSingosari 地区を開発する。Buluh地区は下流の排水工事が或る程度進捗した後の第2年度に工事を着工する。最終年度はBendang，Perbaungan及びTimbang Deli 地区の工事とする。

主要建設工事を着工する前に，詳細設計，建設機械の調達，補償工事を含んだ土

地取得及び仮設工事，事務所及び宿舎等の建設工事が先行する。

Fig 4 − 1 2，Table 4 − 2 6 は建設工程と開発地区の順序を示す。

Fig.4-12 Construction Schedule

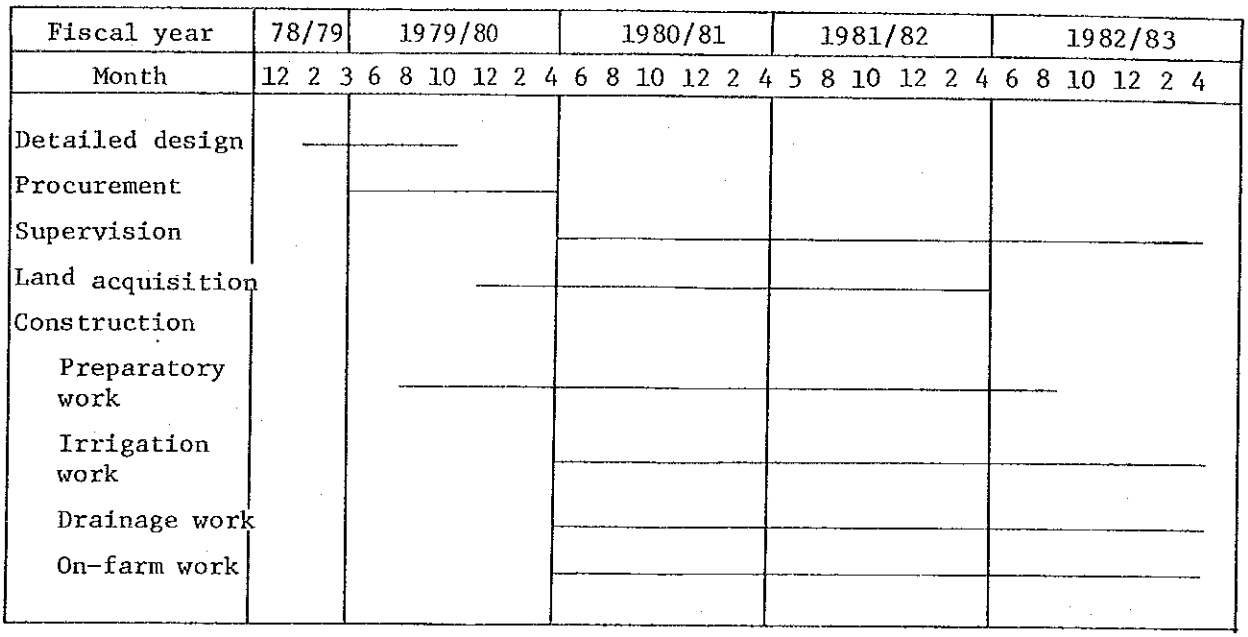


Table 4-26 Sequence of development by area

Year	Area	Existing condition: First cropping, Irrigated	Existing condition: First cropping, Rain-fed	Existing condition: Second cropping	Develop: Double cropping
		ha	ha	ha	ha
1980/81	Sumber Rejo	800	1,900	100	2,700
	Ramonia	1,100	600	500	1,700
	Pulau Gambar	1,200	-	800	1,200
	Singosari	150	550	-	700
	Sub-total	3,250	3,050	1,400	6,300
1981/82	S. Buluh	400	4,200	-	4,600
1982/83	Bendang	1,000	700	900	1,700
	Perbaungan	1,950	3,550	1,800	5,500
	Timbang Deli	400	-	400	400
	Sub-total	3,350	4,250	3,100	7,600
	Total	7,000	11,500	4,500	18,500

4.4.2 工　事　費

本節で述べる事業費は前述の工事規模に基づいて本事業の灌漑排水系統の改良に必要な全べての建設工事費である。工事費はインドネシア国建設業者が工事を請負い，建設機械は外国から調達し，インドネシア政府が建設業者に貸与するものとして積算した。

しかしながら，建設工事費においては建設機械の費用は機械器具損料を計上してある。技術サービスのために招聘されるコンサルタンツを除いては全ての事務職員及び労務者はインドネシア国内で雇用し，取水門を除く全ての資材はインドネシアで購入するものとする。

全ての建設費用は，東京及びMedanに於ける１９７６年度の標準単価で積算した。雑工事の費用は全建設工事費の１０％とする。雑工事を含んだ全建設工事費の約20％を技術及び管理経費とする。土地補償費は水路敷や仮設工事，その他土地取得の費用等から成っている。　予備費は建設工事費，土地補償費，技術及び管理費等の合計の２０％を見込む。

Table 4－27，２８は建設工事費と建設工程及び開発地区の順序に従った年次計画を示す。

Table 4-27 Construction Cost

Unit: 10^6Rp.

Item	Amount
Civil Works	
Preparatory work	224
Irrigation work	1,355
Drainage work	804
On-farm work	375
(Sub-total)	2,758
Miscellaneous work	275
Sub-total	3,033
Land Compensation expenses	50
Engineering and administration cost	580
Physical contingency	732
Total	4,395

Table 4-28 Annual Disbursement Program

Unit: 10^6Rp.

Item	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82	1982/83	Total
Civil works						
Preparatory work	-	15	109	50	50	224
Irrigation work	-	-	354	590	411	1,355
Drainage work	-	-	268	268	268	804
On-farm work	-	-	80	150	145	375
Miscellaneous work	-	1	81	106	87	
Sub-total	-	16	892	1,164	961	3,033
Land Compensation expenses	-	25	13	12	-	50
Engineering and administration cost	87	203	98	96	96	580
Physical contingency	17	49	201	254	211	732
Sub-total	104	277	312	362	307	1,362
Total	104	293	1,204	1,526	1,268	4,395

4.4.3 維持管理費

建設完了後の灌漑排水施設の維持管理費は年間につき，土木工事費の約２％になると推定される。建設期間中の維持管理費は開発面積の比に応じて増加すると仮定した。

事業の耐用年数内で灌漑排水施設を更新する費用は主として耐用年数が３０年と考えられる取水門等についてである。 取水門等を更新する費用は，合計すると，１３２,０００,０００Rp となる。

Table ４－２９は，維持管理費と，更新費用の年次計画を示す。

Table 4-29 Operation, Maintenance and Replacement Cost

Unit: 10^6Rp.

Item	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	Remarks
O.M. cost	-	20	35	60	fixed on and after 1893/84
Replacement cost	45	33	54	-	Replacement after 30 years

4.5.1 灌 漑 便 益

計画地区内の耕地は，不充分な灌漑か或いは，天水によって給水されている。その結果乾期に於ける米の作付率は２５％以下におさえられている。さらに水田作物の単位収量は作物管理の不徹底はもちろんの事，不適切な水管理が，原因で低くおさえられている。

本計画では，周年灌漑及び排水が適切に行なわれ，米の単収と生産量の大きな増加の基礎が樹立されるであろう。灌漑排水施設の整備によって生ずる便益は，計画が実施された場合とされない場合とに生ずる直接的な差益として定義される。

灌漑排水施設完成後ただちに便益が生じ，年々直線的に増加し，７年目でTable ４－３０に示される様に２４億７千８百万ルピアの最大額に達する。

さらに計画の完成によって集約的大規模な農業が農業資材の貿易を促進させ，又計画地区での余剰米は，精米工場や流通機構を刺激し，商業活動を活発化させる。さらに本計画は，雇用の増加や農民の生活水準の上昇をもたらすだろう。

4.5.2 農 家 経 済

本計画の実施は，農民の家計状態を改善するものだと期待される。平均的農家（水田0.96 ha 所有）は，約5.5 8人の家族からなり，計画実施後，総収入約６４万６千ルピア，さらに農業資材費と生活費を差し引いた残り，“支払い能力”は，約２１万２千ルピアと期待される，これは，現況のそれの約１０倍に相当する。家計の概略は，Table ４－３１に示した。

Table 4-30 Annual Irrigation Benefit in the Full Stage

(Unit: Rp)

Gross Income	Without project		With project
Paddy			
Unit yield (t/ha)	4.0	3.4	4.5
Harvested area (ha)	9,000	14,000	33,300
Total production (t)	36,000	47,600	149,850
Unit price (Rp/t)	65,000	65,000	65,000
Gross income ....(A)	$2,340 \times 10^6$	$3,094 \times 10^6$	$9,740 \times 10^6$
Polowijo			
Harvested area (ha)	1,100		0
Total production (t)	5,680		0
Gross Income ....(B)	102×10^6		0
Total gross income (A+B)	$5,536 \times 10^6$		$9,740 \times 10^6$
Gross outgo			
Paddy	(4.0t/ha)	(3.4t/ha)	
Unit farming expense (Rp/ha)	98,000	81,000	113,000
Input area	9,000	14,000	33,300
Gross outgo ....(C)	882×10^6	$1,134 \times 10^6$	$3,763 \times 10^6$
Polowijo			
Gross outgo ....(D)	21×10^6		0
Total gross outgo (C+D)	$2,037 \times 10^6$		$3,763 \times 10^6$
Primary profit (A+B-C-D)	$3,499 \times 10^6$		$5,977 \times 10^6$
IRRIGATION BENEFIT	$(5,977 \times 10^6 - 3,499 \times 10^6)$		$2,478 \times 10^6$

Table 4-31 An Average Farm Budget in Future with Project

(Unit: Rp)

Gross Income	646,000
Gross Outgo	
Farming expenses	122,000
Living expenses	312,000
Capacity to pay	212,000

第5章　経　済　評　価

5.1　概　　要

この調査の第一の目的は，洪水防御と灌漑改良を含むウラル河総合河川改修計画の総合計画案を策定することである。この見地より，この調査が開始された時点においてこのプロジェクトには，砂防事業，多目的ダム事業，河道改修事業，及び灌漑（排水を含む）改良事業から構成されるべきであると考えられた。

しかしながら，この調査では現時点に於て，　砂防事業と灌漑用水供給のためのダムは必要のないことがわかった。そしてまた治水のためのダム計画は，河道改修計画に費用の点で劣ることがわかった。このことから，総合河川改修計画のための総合計画として河道と灌漑の改修計画から成る一つの事業が出てきた。上記により，この調査の2番目の目的である優先順位の調査は不必要となった。従ってここでは河道改修による治水単独事業，灌漑改良単独事業及び河道改修と灌漑改良両者を含む事業の3者の便益性を比較することに決定した。便宜的前述の3つのケースをそれぞれ，(1)治水事業，(2)灌漑事業，(3)組合せ事業と呼ぶことにする。

3つの事業の経済評価は，所得税，物品税，法人税そして，輸入輸出の関税等の移転費用を除いた経済的便益と経済的費用とを比較することによって行われた。治水事業の費用は，建設費と維持費から構成され，灌漑事業は，この他にゲートの取替費用が含まれる。

治水事業によってもたらされる便益は，第3章3.9節に述べた洪水に起因する被害の軽減としてあたえられる。その他，治水事業は環境改善による病害の軽減や，地域の開発効果その他の誘発効果をもたらす。しかし，これらは貨幣価値に換算することが困難なことから，本プロジェクトの便益の算定から除いた。一方，灌漑事業に於ける便益は，　この事業が行われた場合と行われなかった場合の生産量の差違によって与えられる。しかしながら，治水事業が行われない灌漑事業の場合の便益は前述の灌漑便益から洪水による被害を減じなければならない。その被害は，洪水の浸水に起因する稲への直接被害と，灌漑施設の被害及びそれらによって起る稲の生産減少から成る。

経済分析をするにあたって本プロジェクトでは，1978／79年会計年度を基準年とし，その年の初めから開始され，1982／83年の終りに終了し，本プロジェクトのエコノミックライフを50年とした。

5.2 経済的費用

第3章と4章で示されたプロジェクトの費用には税金が含まれている。その率を工事費の5％と仮定すると，工事費の経済的費用は Table 5－1 に示すようになる。

Table 5-1 Economic Construction Costs

Unit: Million Rp.

Discharge (m^3/s)	Project		
	Flood control	Irrigation	Total
600	2,580	4,269	6,849
800	3,087	4,269	7,356
1,000	4,023	4,269	8,292
1,200	5,112	4,269	9,381

治水事業の年間維持管理費は，総工事費の0.3％と仮定した。灌漑事業に関しては1981／82年と1982／83年を除いて維持管理費は税引後毎年約57百万R_pと算出された。この2年間の維持管理費は，約19百万R_pと33百万R_pである。

Fiscal year	Replacement cost (10^6 Rp.)/1
2010/11	43
2011/12	31
2012/13	51

/1: cost after deduction of tax.

5.3 経済的便益

5.3.1 灌漑事業を除く治水事業の便益

治水事業を行うことによってもたらされる便益は，第3章3.9節で計算されたような，流量ごとの洪水被害額を用いて算出される洪水による年平均被害額の減少効果として与えられる。Table 5－2は，灌漑事業を除いた治水事業の計画流量ごとの年平均便益を示す。

Table 5-2 Average Annual Benefits of the Case with Flood Control and without Irrigation Improvement

Discharges (m^3/s)	Benefits (10^6 Rp.)
600	340
800	645
1,100	778
1,200	817

これらの便益は，工事完成後の１９８３／８４年よりあらわれる。このほか，工事中に発生する便益については，Table ５－６－１ から Table ５－６－９ までに示すように，総工事費に対するそれまでに投資された費用の割合で配分されるものとした。

5.3.2 灌漑事業の便益

灌漑事業の便益は，第４章に計算されている灌漑便益から洪水による灌漑施設と稲の被害を減ずることによって与えられる。減ずべき灌漑施設と稲の被害は下記の条件に基づいて算出した。

(1) 水路及び取水口の被害

過去における水路の被害率から新設水路の被害は６００m^3／s，８００m^3／s，1,000 m^3／s，1,２００m^3／s の夫々の洪水によって浸水された地域内の新設水路の総延長の１４％とし，また取水口の被害は次のように仮定した。

Flood discharge (m^3/s)	Number of damaged intakes	
	Entirely	Partially
600	0	0
800	2	4
1,000	3	6
1,200	3	6

(2) 水路及び取水口の被害に起因する稲の減収

この減収を推定するために仮定条件を次のように設定した。

a 水路の被害によって，その水路によって灌漑されている水田は，一年間天水田に戻るものとする。

b 取水施設の被害によって，取水口によって灌漑されている水田は，天水田に戻り，その復旧に3年間かゝるものとする。但し，毎年の復旧率は均等とする。

c 洪水流量600m^3／sの場合の水田の影響地域は，3,100haとし，洪水流量が800m^3／s，1,000m^3／s，1,200m^3／sの場合の影響地域は，18,500haとする。

このほか，洪水による稲の直接被害が灌漑事業の便益から減じられることになる。この結果はTable 5－3に示す。

Table 5-3 Amount to be Deducted from Benefits of the Irrigation Project in the Case Without the Flood Control Project

Unit: Million Rp.

	Flood discharge (m^3/s)			
	600	800	1,000	1,200
(a) Damages to canals	8	44	60	68
(b) Damages to intakes	0	92	137	137
(c) Decrease in paddy production	763	6,421	6,538	6,690
Total	771	6,557	6,735	6,895

上記の表に示す結果をもとにして，治水事業をもたない場合の灌漑便益から減じらるべき年平均洪水被害額を計算すると，681百万R_pになる。治水事業を持つ場合には，600m^3／sの計画流量に対しては550百万R_p，800m^3／sに対しては203百万R_p，1,000m^3／sに対しては52百万R_p，そして1,200m^3／sに対しては14百万R_pになる。しかし，1989／90年以前の各年の被害額についてはTable 5－4中の(2)欄に夫々示す。結局，灌漑事業の年平均便益はTable 5－4中の(3)欄に示すような結果になる。

Table 5-4 Annual Benefits of the Irrigation Project

(A) Without flood control project. Unit: Million Rp.

Item	Fiscal year 1981-82	1982-83	1983-84	1984-85	1985-86	1986-87	1987-88	1988-89	1989-9
(1)/1	109	157	675	1,043	1,396	1,760	2,125	2,371	2,478
(2)/2	33	91	188	285	382	480	577	641	681
(3) Project benefits	76	66	487	758	1,014	1,280	1,548	1,730	1,797

(B) With flood control project (Flood discharge: 600 m^3/S) Unit: Million Rp.

(1)	109	157	675	1,043	1,396	1,760	2,125	2,371	2,478
(2)	27	73	152	230	309	387	466	518	550
(3) Project benefits	82	84	523	813	1,087	1,373	1,659	1,853	1,928

(C) With flood control project. (Flood discharge: 800 m^3/S) Unit: Million Rp.

(1)	109	157	675	1,043	1,396	1,760	2,125	2,371	2,478
(2)	10	27	56	84	114	143	172	191	203
(3) Project benefits	99	130	619	959	1,282	1,617	1,953	2,180	2,275

(D) With flood control project. (Flood discharge: 1,000 m^3/S) Unit: Million Rp.

(1)	109	157	675	1,043	1,396	1,760	2,125	2,371	2,478
(2)	3	7	14	22	29	37	44	49	52
(3) Project benefits	106	150	661	1,021	1,367	1,723	2,081	2,322	2,426

(E) With flood control project (Flood discharge: 1,200 m^3/S) Unit: Million Rp.

(1)	109	157	675	1,043	1,396	1,760	2,125	2,371	2,478
(2)	1	2	4	6	8	10	12	13	14
(3) Project benefits	108	155	671	1,037	1,388	1,750	2,113	2,358	2,464

/1 : Irrigation benefits that were estimated in Chapter IV.

/2 : Flood damages to be deducted from irrigation benefits.

/3 : During the project life, the values of benefits for the years after 1989/90 are the same as in 1989/90.

5.3.3 治水・灌漑の組合せ事業の便益

治水と灌漑改良の２つの組合せ事業が行われる場合には，計画高水流量より少ない洪水流量に対して前節5.3.2に示される被害は消滅する。即ち，この消滅した被害が治水事業の便益とみなされる。その額は，治水単独の便益に加えられるべきである（Table 5-5参照）。

Table 5-5 Annual Benefits to Be Added to Benefits of the Project of Flood Control Alone in Case of the Combined Project

Unit: Million Rp.

River discharge (m^3/s)	Year								
	1981 -82	1982 -83	1983 -84	1984 -85	1985 -86	1986 -87	1987 -88	1988 -89	1989 -90
600	5	14	29	44	59	74	89	89	105
800	21	56	116	176	237	297	357	397	421
1,000	27	74	155	235	315	395	475	528	561
1,200	29	79	162	247	332	416	501	557	591

5.4 費用便益分析

Table 5－6－1～5－6－9 は，治水，灌漑の夫々の単独事業及び両者組合せの事業の経済的費用及び経済的便益を示す。これらの費用及び便益を用いて，前節5.1に示す３つの場合について，便益・費用比率，純現在価値及び内部収益率を計算し，その結果をTable 5－7 に示す。Table 5－7から明らかなように，何れの事業の場合も割引率１２％において，便益が費用よりも大きい。これは，この事業計画の全てが経済的に実現可能であることを意味する。内部収益率は，８００m^3／ｓの高水流量をもつ治水事業と灌漑事業の場合に２０％を越える。更に，組合せ事業の全ての高水流量のどの場合においても，その経済評価は財貨的に他のどの単独事業よりもよりすぐれていることを示している。組合せ事業の四つの場合のうち，流量８００m^3／ｓの場合及び1,０００m^3／ｓにおける事業が最良であり，内部収益率及び便益費用比率において，両者の間に有意な差がない。

Table 5-6-1 Economic Costs and Benefits
(Flood Control Project; 600 m^3/s)

Unit: Million Rp.

	Year	Costs		Benefits
		Construction costs	O.M. costs	
1	1978/79	71		
2	1979/80	232		
3	1980/81	827		
4	1981/82	761		147
5	1982/83	689		249
6	1983/84		8	340
7	1984/85		8	340
8	1985/86		8	340
9	1986/87		8	340
10	1987/88		8	340
11	1988/89		8	340
12	1989/90		8	340
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
32	2009/10		8	340
33	2010/11		8	340
34	2011/12		8	340
35	2012/13		8	340
36	2013/14		8	340
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
55	2032/33		8	340
Total		2,580	400	17,396

Table 5-6-2 Economic Costs and Benefits
(Flood Control Project; 800 m^3/s)

Unit: Million Rp.

	Year	Costs		Benefits
		Construction costs	O.M. costs	
1	1978/79	86		
2	1979/80	260		
3	1980/81	982		
4	1981/82	917		277
5	1982/83	842		469
6	1983/84		9	645
7	1984/85		9	645
8	1985/86		9	645
9	1986/87		9	645
10	1987/88		9	645
11	1988/89		9	645
12	1989/90		9	645
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
32	2009/10		9	645
33	2010/11		9	645
34	2011/12		9	645
35	2012/13		9	645
36	2013/14		9	645
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
55	2032/33		9	645
Total		3,087	450	32,996

able 5-6-3 Economic Costs and Benefits
(Flood Control Project; 1,000 m^3/s)

Unit: Million Rp.

	Year	Costs		Benefits
		Construction costs	O.M. costs	
1	1978/79	112		
2	1979/80	320		
3	1980/81	1,267		
4	1981/82	1,200		329
5	1982/83	1,124		561
6	1983/84		12	778
7	1984/85		12	778
8	1985/86		12	778
9	1986/87		12	778
10	1987/88		12	778
11	1988/89		12	778
12	1989/90		12	778
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
32	2009/10		12	778
33	2010/11		12	778
34	2011/12		12	778
35	2012/13		12	778
36	2013/14		12	778
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
55	2032/33		12	778
Total		4,023	600	39,790

Table 5-6-4 Economic Costs and Benefits
(Flood Control Project; 1,200 m^3/s)

Unit: Million Rp.

	Year	Costs		Benefit
		Construction costs	O.M. costs	
1	1978/79	142		
2	1979/80	390		
3	1980/81	1,713		
4	1981/82	1,473		359
5	1982/83	1,394		594
6	1983/84		15	817
7	1984/85		15	817
8	1985/86		15	817
9	1986/87		15	817
10	1987/88		15	817
11	1988/89		15	817
12	1989/90		15	817
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
32	2009/10		15	817
33	2010/11		15	817
34	2011/12		15	817
35	2012/13		15	817
36	2013/14		15	817
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
55	2032/33		15	817
Total		5,112	750	41,803

Table 5-6-5 Economic Costs and Benefits
(Irrigation Project)

Unit: Million Rp.

	Year	Costs		Benefits
		Construction costs	O.M. & Replacement costs	
1	1978/79	103		
2	1979/80	288		
3	1980/81	1,167		
4	1981/82	1,480	19	76
5	1982/83	1,231	33	66
6	1983/84		57	487
7	1984/85		57	758
8	1985/86		57	1,014
9	1986/87		57	1,280
10	1987/88		57	1,548
11	1988/89		57	1,730
12	1989/90		57	1,797
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
32	2009/10		57	1,797
33	2010/11		100	1,797
34	2011/12		88	1,797
35	2012/13		108	1,797
36	2013/14		57	1,797
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
55	2032/33		57	1,797
Total		4,269	3,027	86,027

Table 5-6-6 Economic Costs and Benefits
(Flood Control & Irrigation Project)

Discharge: 600 m^3/s Unit: Million Rp.

	Year	Costs		Benefits
		Construction costs	O.M. & Replacement costs	
1	1978/79	174		
2	1979/80	520		
3	1980/81	1,994		
4	1981/82	2,241	19	233
5	1982/83	1,920	33	343
6	1983/84		65	892
7	1984/85		65	1,192
8	1985/86		65	1,486
9	1986/87		65	1,786
10	1987/88		65	2,088
11	1988/89		65	2,291
12	1989/90		65	2,373
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
32	2009/10		65	2,373
33	2010/11		108	2,373
34	2011/12		96	2,373
35	2012/13		116	2,373
36	2013/14		65	2,373
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
55	2032/33		65	2,373
Total		6,849	3,427	114,728

Table 5-6-7 Economic Costs and Benefits
(Flood Control & Irrigation Project)

Discharge: 800 m^3/s Unit: Million Rp.

Year		Costs		Benefits
		Construction costs	O.M. & Replacement costs	
1	1978/79	189		
2	1979/80	548		
3	1980/81	2,149		
4	1981/82	2,397	19	385
5	1982/83	2,073	33	640
6	1983/84		66	1,380
7	1984/85		66	1,780
8	1985/86		66	2,164
9	1986/87		66	2,559
10	1987/88		66	2,955
11	1988/89		66	3,222
12	1989/90		66	3,341
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
32	2009/10		66	3,341
33	2010/11		109	3,341
34	2011/12		97	3,341
35	2012/13		117	3,341
36	2013/14		66	3,341
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
55	2032/33		66	3,341
Total		7,356	3,477	162,089

Table 5-6-8 Economic Costs and Benefits
(Flood Control & Irrigation Project)

Discharge: 1,000 m^3/s Unit: Million Rp.

	Year	Costs		Benefits
		Construction costs	O.M. & Replacement costs	
1	1978/79	215		
2	1979/80	608		
3	1980/81	2,434		
4	1981/82	2,680	19	446
5	1982/83	2,355	33	764
6	1983/84		69	1,596
7	1984/85		69	2,034
8	1985/86		69	2,460
9	1986/87		69	2,896
10	1987/88		69	3,334
11	1988/89		69	3,628
12	1989/90		69	3,765
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
32	2009/10		69	3,765
33	2010/11		112	3,765
34	2011/12		100	3,765
35	2012/13		120	3,765
36	2013/14		69	3,765
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
55	2032/33		69	3,765
Total		8,292	3,627	182,818

Table 5-6-9 Economic Costs and Benefits
(Flood Control & Irrigation Project)

Discharge: 1,200 m^3/s Unit: Million Rp.

	Year	Costs		Benefits
		Construction costs	O.M. & Replacement costs	
1	1978/79	245		
2	1979/80	678		
3	1980/81	2,880		
4	1981/82	2,953	19	480
5	1982/83	2,625	33	807
6	1983/84		72	1,650
7	1984/85		72	2,102
8	1985/86		72	2,537
9	1986/87		72	2,984
10	1987/88		72	3,431
11	1988/89		72	3,732
12	1989/90		72	3,873
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
32	2009/10		72	3,873
33	2010/11		115	3,873
34	2011/12		103	3,873
35	2012/13		123	3,873
36	2013/14		72	3,873
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
55	2032/33		72	3,873
Total		9,381	3,777	188,135

Table 5-7 Results of Benefit-Cost Analysis

Kind of project	Discharge (m^3/s)	IRR/1 (%)	Benefit-cost ratio (B/C) 10%	12%	15%	Net present value (B-C) 10%	12%	15%
								$x10^6$Rp
Flood control	600	12.7	1.25	1.05	0.84	474	88	-251
	800	20.0	1.99	1.67	1.34	2,216	1,396	638
	1,000	18.5	1.84	1.55	1.24	2,453	1,480	586
	1,200	15.4	1.52	1.28	1.02	1,941	960	76
Irrigation		21.8	2.72	2.20	1.67	5,806	3,724	1,841
Flood control & irrigation	600	20.6	2.43	1.97	1.51	7,493	4,715	2,199
	800	26.0	3.25	2.65	2.03	12,641	8,557	4,799
	1,000	26.2	3.29	2.68	2.06	14,371	9,751	5,497
	1,200	24.6	3.01	2.45	1.88	14,213	9,495	5,165

/1 : Internal rate of return.

第6章　総　合　計　画

本調査の開始にあたり，その総合調査の中に，砂防事業，多目的ダム事業，河道改修事業，及び灌漑排水改良事業等の個別の事業を含むものとされていた。しかしながら調査の進捗に伴なって，砂防工事の不必要なこと，灌漑用水供給を目的としたダムの不必要なこと等が判明し，また，洪水調節用ダムの計画は河道改修計画よりも費用の点で劣ることが判明するに至った。従って，上記の個別の事業は考慮する必要がなくなった。

これに替って，河道改修単独による治水事業，灌漑排水単独事業，及び河道改修による治水と灌漑排水改良とを組合せた事業の三事業の便益性を比較することとなった。前章までに述べた便益－費用分析による比較検討の結果，以下の結論が導き出された。

河道改修単独事業及び組合せ事業においての８００m^3／ｓ又は1,０００m^3／ｓの場合が他よりも優れている。また，８００m^3／ｓ又は1,０００m^3／ｓの場合における組合せ事業の方が，河道改修単独又は灌漑排水単独事業よりもさらに優れている。従って本プロジェクトは河道改修と灌漑排水改良を組合せたひとつのプロジェクトとして計画されるべきである。

組合せ事業の場合では，計画流量８００m^3／ｓが1,０００m^3／ｓに比べて有利である。第３章3.４節で検討したように８００m^3／ｓと1,０００m^3／ｓの確率年は夫々３３年と１３３年である。一方インドネシア国において確率年３０年が現状での治水事業の計画に適用されている。この実態から８００m^3／ｓを治水事業の計画流量として採択されるよう推奨したい。

かくして本ウラル河総合河川改修計画として提案される総合計画案は，河口から測点No１９.０ｋまでの間の計画流量８００m^3／ｓとした河道改修と18,５００ｈａの灌漑排水改良との組合せ事業となることになる。

河道改修の建設工事は第３章3.５節に工事区域を示したFig.３－５－１を附して説明した通りで，提案される基本計画はFig.３－５－６(1)とFig.３－５－９に示し，推定工期をFig.３－５－１０に示す。灌漑排水改良計画は第４章4.３節に工事区域Fig.４－１０とFig.４－１１を附して説明したとおりであり，提案される工事はTable ４－２３とTable ４－２４に示し，推定工期をFig.４－１２に示す。

上記の治水事業，灌漑排水事業の建設工事費は夫々Table ３－５－２(2)とTable ４－２７に１９７６年度価格で示したとおりである。治水事業と灌漑排水改良事業に要する年度毎の工事費の割り振りについては１９７６年のR_p価格で下表に示す。

(Unit; Million Rupiah)

	1978/79	79/80	80/81	81/82	82/83	Total
Flood control works	88	268	1,009	942	863	3,170
Irrigation and drainage	104	293	1,204	1,526	1,268	4,395
Total	192	561	2,212	2,468	2,131	7,565

APPENDICES

CONTENTS OF APPENDICES

APPENDIX A List of Bibliography and Data for the Studies of River Planning, Hydrology, Irrigation and Drainage, Agronomy and Agroeconomy, Project Economy and Surveying.

APPENDIX B Discharge Duration at Pulo-Tagor Station (1972, 1973, 1974).

APPENDIX C Terms of Reference for Overall Ular River Improvement Project (including Flood Control, Relamation of Downstream Plain and Possible Irrigation Project).

APPENDIX D Summary of Discussion on Preliminary Survey for Overall Ular River Improvement Project.

APPENDIX E Scope of Work on Overall Ular River Improvement Project.

APPENDIX F Inception Report on Master Plan Study (afterwards changed to Overall Plan Study) for Overall Ular River Improvement Project.

1. Letter of Submittal.
2. Inception Report.
3. Note of Understanding.
4. Record of Meeting in Medan.
5. Letter of Request for Leaving the Equipment.
   Letter of Approval to the Above.
   Letter of Acknowledgement.
6. Letter of Receipt of the Equipment for the Overall Ular River Improvement Project.
7. Letter of Receipt of the Aerial Photographs for the Overall Ular River Improvement Project.
8. Letter of Suggestion for Location of Rain-gage Stations and Water-gage Stations in the Ular River Basin.
9. Suggestion for Bench Mark.

APPENDIX G Summary of Discussion on Interim Report of Master Plan Study (afterwards changed to Overall Plan Study).

1. Letter of Submittal of Interim Report.
2. Summary of Discussion.
3. Record of Meeting in Medan.
4. Additional Comments on the Summary of Discussion on the Interim Report of the Master Plan Study (afterwards changed to Overall Plan Study) for the Overall Ular River Improvement Project.

APPENDIX H Summary of Discussion on Draft Final Study Report of Overall Ular River Improvement Project.

1. Letter of Submittal of Draft Final Study Report.
2. Notes of Meeting on Submission of Draft Final Study Report of Overall Ular River Improvement Project and First Draft of Scope of Work for Feasibility Study of Ular River Flood Control and Improvement of Irrigation Project.
3. Note of Meeting on Draft Final Study Report and Inception Report for Feasibility Study of Ular River Flood Control and Improvement of Irrigation Project.
4. Record of Meeting in Medan.

APPENDIX A

LIST OF BIBLIOGRAPHY AND DATA

All bibliography and data collected in Indonesia and in Japan and used in the present study are listed in this appendix.

RIVER PLANNING

Seri. No.	Bibliography or Data	Source
1.	Surat Perjanjian Pemborong, Pekerjaan Perataan Tanggul Lama dan Pembuatan Small Dyke Pada Proyek Sei Ular.	Ular River Project Office
2.	Surat Perjanjian Pemborongaan Pekerajaan, Pembuatan Tanggul Kanan Bawah Pada Sungai Ular.	-ditto-
3.	Daftar Harga Satuan Bahan Bangunan di Indonesia, Triwulan I, 1976.	-ditto-
4.	Daftar Harga Satuan Pekerjaan di Indonesia, Triwulan I, 1976.	-ditto-
5.	Cross Section at the Ular Railway Bridge.	Kantor Kerata Api, Medan
6.	Cross Section at the Serbajadi Bridge	Directoral Jenderal Bina Marga
7.	Topographic Maps, 1/50,000 on the Ular River Basin.	Ular River Project Office
8.	Survey of Bank Erosion in the Ular River.	-ditto-
9.	Peta Situasi Daerah Upstream Sei Ular.	-ditto-
10.	Wampu River Flood Control and Development Project, Phase 1, Agrar und Hydrotechnik GMBH Sir William Halcrow & Partners.	Wampu River Project Office
11.	Final Report of Feasibility Study on Wampu River Flood Control Project, Volume II, Sanyu Consultants Intertional, Inc.	-ditto-
12.	Data of Swedish Sounding Test at the Left and Right Bank of Sei Ular.	Ular River Project Office

Seri. No.	Bibliography or Data	Source
13.	Plan of the New Ular Railway Bridge, 2 sheets.	Kantor Kereta Api, Medan
14.	Dredging Plan of the Ular River Mouth.	Ular River Project Office
15.	Harga Tanah pada Pembebasan Tanah untuk Tanggul Sei Ular, 1972 s/d 1976.	-ditto-
16.	Revised Cross Section at 3 km, 7 km, 8 km, 9 km and 10 km.	-ditto-
17.	Cross Section at the Buaya and Karai Rivers near the Confluence.	-ditto-
18.	Tidal Level Data at the Place Near the Ular River Mouth.	-ditto-
19.	Cross Section of the Existing Dike from the -8.0 km to down.	-ditto-
20.	Cross Section of the Existing Dike at the Pulau Gambar.	-ditto-
21.	Cross Section of the Karai River at the Negri Dorok.	-ditto-
22.	Perjanjian Pemborongan Pekerjaan No. 03/SPP/PSU/76 "Pengurukan dan Penimbunan High Water Channel Sungai Ular".	-ditto-
23.	Perjanjian Pemborongan Pekerjaan No. 03/SPP/PSU/75 "Pembuatan Tanggul Kanan Pada Sungai Ular".	-ditto-
24.	Perjanjian Pemborongan Pekerjaan No. 12/SPP/PSU/75 "Pengurukan dan Penimbunan di Alur High Water Channel Pada Sungai Ular".	-ditto-
25.	RENCANA JEMBATAN SUNGAI ULAR DENGAN CALIENDAR HAMILTON BRIDGE	Directorat Jenderal Bina Marga
26.	SITUASI JEMBATAN SEI ULAR	-ditto-
27.	PROFIL MEMAN TANG JALAN MASUK/KELUAR JEMBATAN SEI ULAR	-ditto-
28.	LUAS TANAMAN REBOISASI & PENCHISAUAN DI DAS ULAR SELAMA I s/d II TH 1976/1977, with 1/250,000 drawing.	Forestation Office of North Sumatra

Seri. No.	Bibliography or Data	Source
29.	Flood Control Projects in North Sumatra, Feasibility Study on the Ular River.	OTCA, Japan NIKKEN Consultants, Inc.
30.	Final Design Report on the Ular River Urgent Flood Control Project, August 1973.	NIKKEN Consultants, Inc.
31.	Final Report on Supervision and Guidance for the Ular River Urgent Flood Control Project, October 1975.	NIKKEN Consultants, Inc.

HYDROLOGY

Seri. No.	Bibliography or Data	Source
1.	Data Kalimatologi, 1975 and 1976, Silinda St.	Institute of Hydraulic Engineering, BOG.
2.	Ikhtisar Data Iklim, Sampali St.	Meteorologi Pertanian Utama, Sampali
3.	Daily Wind Speed, Sampali St.	-ditto-
4.	Solar Intensity (bi-hourly), Sampali St.	-ditto-
5.	Seri Lapuran Teknis, No. 5, Sampali St.	-ditto-
6.	Monthly Records, Tanjung Morawa St.	-ditto-
7.	Hydrologic Records in the Ular River Basin, 1972-1976	Ular River Project Office at Perbaungan
8.	Tide Tables, 1974-1976, Belawan Port.	Belawan Port
9.	Grafik Pasang Surut, Pelabuhan Belawan.	Belawan Port
10.	Rainfall Data by PNP.	RISPA
11.	Hourly Water Level Records, Bandar-Tiga, Perbaungan and Denai-Lama.	Ular River Project Office at Perbaungan
12.	Meteorclogic and Hydrologic Observation Record, Perbaungan.	-ditto-
13.	Water Level Record by Staff Gage.	-ditto-
14.	Daily Rainfall Table, Aug. 1975 - Oct. 1976.	-ditto-
15.	Discharge Measurement Records.	-ditto-
16.	Hourly Tide Records, Belawan Port.	Belawan Port

IRRIGATION AND DRAINAGE

Seri. No.	Bibliography or Data	Source
1.	Plan of Irrigation System.	D.P.U. Province, SEKSI Pengairan and P.U. Kabpaten
2.	General Plan of Intake Structure.	-ditto-
3.	Longitudinal and Cross Section of Main Canal.	
4.	Topographic Map.	Directorat Geology
5.	Climatological Data.	L.M.G.J. & R.I.S.P.A.
6.	Rainfall Data.	-ditto-
7.	Discharge Data.	DPMA

AGRONOMY AND AGROECONOMY

Seri. No.	Bibliography or Data	Source
1.	Indikator Sosial, 1975.	Biro Pusat Statistik
2.	Survey Pertanian, January-April 1972, 1973 1974 and 1975.	-ditto-
3.	Population of North Sumatra, March 1974.	-ditto-
4.	Census (Agriculture), Vol. 1, February 1976 and 1963.	-ditto-
5.	Planted Area, Production and Stocks of Principle Estate Crops, 1975.	-ditto-
6.	Population of Outer Jawa, 1973.	-ditto-
7.	Indikator Ekonomi, Mei, Juni, Juli, Aug. and Sep. in 1976.	-ditto-
8.	Production of Food Crops, 1971-1973.	-ditto-
9.	Regional Income in North Sumatra, 1976.	BAPPEDA-S.U.
10.	Annual Report of Experimental Results of Paddy No. 1, 1975 and No. 1976.	Lembaga Pusat Penelitian Pertanian Bogor
11.	Pedoman Memproduksi Bermutu-Tinggi, 1976.	Seed Center Bermutu-Tinggi
12.	Kebun Benih Sentral (Murni), 1976.	-ditto-
13.	Daftar Biro Pusat Statistik, Maret 1976.	Biro Pusat Statistik
14.	Land Use Map in the Project Area, 1/50,000.	Direktorat Land Use Dep.
15.	Coloured Land Use Map in North Sumatra, 1/100,000.	
16.	Soil Map in North Sumatra.	RISPA
17.	Location and Planting Map of PT and PNP, Adolina, PT. Indah Poncan, Mata Pao, Kwala Namu, PT. Erba, PT. Faguco, PT. Serdang Hilir, PT. London Sumatra, Melati and PT. Gelorata.	Office file in PT and PNP

Seri. No.	Bibliography or Data	Source
18.	Cost of Fertilizer and Chemicals in North Sumatra, 1975-1976.	Dinas Pertanian Rakyat Daerah Tingkat II Deli Serdang Office file
19.	Number of KUD in North Sumatra, 1965, 1979 and 1975.	Office file in Deli Serdang, Dinas Pertanian Rakyat
20.	Rice Import, Movement by DULOG, 1970-1976.	-ditto-
21.	Number of Family, Population in the project Area, 1975.	-ditto-
22.	Land Tenure System (Number of Owner and Buruh Tani), 1975.	-ditto-
23.	Potential Irrigated or Sawah Area for the Project Area, 1975.	Dinas Pertanian Rakyat Daerah Tingkat II Deli Serdang
24.	Number of Extension Workers and KUD in the Project Area, 1975.	Office file in Deli Serdang, Dinas Pertanian Rakyat
25.	Harvesting Area, Production for Paddy and Polowidjo in the Project Area, 1967-1975.	-ditto-
26.	Bimas & Inmas Area for the North Sumatra, 1970-1976.	-ditto-
27.	Rice Mill (Number of Capacity) in the Project Area, 1975.	-ditto-
28.	Consumption of Fertilizer & Chemicals in the Project Area, 1970-1976.	-ditto-
29.	Agricultural Year Book in Deli Serdang Direct, 1974.	Dinas Pertanian Rakyat Daerah Tingkat II Deli Serdang
30.	Number of Agricultural Equipment in North Sumatra, 1976-1977.	Office file in Deli Serdang, Dinas Pertanian Rakyat
31.	Acreage & Production for Paddy & Polowidjo Crops in North Sumatra, 1960-1975.	-ditto-

Seri. No.	Bibliography or Data	Source
32.	Organization Chart of BRI in North Sumatra.	Office file in Deli Serdang, Dinas Pertanian Rakyat
33.	List of KUD in North Sumatra.	-ditto-
34.	Price Fluctuation of Paddy in Medan, 1976-1977.	-ditto-

PROJECT ECONOMY

Seri. No.	Bibliography or Data	Source
1.	Daily Traffic Volume on the National Highway in the Project Area, 1971-1976.	Directorat Jenderal Bina Marga
2.	Sistim Perhitungan Lalu Lintas Rutin Petunjuk Pelaksanaan P. Sumatera, Th. 1976/1977.	-ditto-
3.	Land Use Map, 1/50,000, 1/100,000	Sub-Direktorat Tana Guna Tana, DAPSU
4.	Administrative Map of Six Kecamatans	-ditto-
5.	Statistic Indonesia, 1974/1975.	Biro Pusat Statistik
6.	Damages of Public Facilities Caused by Flood of the Ular River, 1970-1976.	Dinas Pekerjaan Umum Propinsi Sumatera Utara
7.	Realisasi Ekspor-Import dan Daftar Perkembangan Barang-barang Ekspor, Sumatera Utara.	Kantor Wilayah Departemen Perdagangan Propinsi Sumatera Utara
8.	Annual Transportation Record on Railway, 1970-1975.	Kantor Kereta Api, Medan
9.	1976 Guide to the Withholding of Income Tax for Employers/Entrepreneurs.	Directorate General Taxation
10.	Export Taxes of Main Goods, 1975-1976.	Belawan Port Authority
11.	Surat Keputusan Menteri Perhubungan, No. KM 130/K/PHB-74 tentang Penyesuaian Tata Perhitungan Tarip Pemuatan/Pembongkaran dan OPP/OPT yang Berlaku Dipelabukan Belawan, 1974.	Menteri Perhubungan
12.	Syarat-syarat dan Tarip-tarip Pengangkutan Kiriman Biasa Jilid II, Perusahan Watan Kereta Api, 1975.	Kantor Kereta Api, Medan
13.	Income Tax Ordinance	Weekly Review "Berita Projak"
14.	Sales Tax.	-ditto-
15.	Corporation	-ditto-

Seri. No.	Bibliography or Data	Source
16.	Indikator Ekonomi, Sumatera Utara, Bull No. 11, 1975.	Kantor Sensus & Statistik Tk 1 Sumatera
17.	Statistical Year Book, Sumatera Utara, 1973, 1974, 1975.	-ditto-
18.	Transportation Record by Railway in the North Sumatera, 1970-1975.	Kantor Kereta Api, Medan
19.	Data of Yield, Production and Maintenance Costs for Rubber, Plam Oil and Coconut, PTP II, PNP VI and PT Gelorata.	PTP II, PNP VI and PT Gelorata
20.	Map of Planted Area, PTP II, PNP VI, PTP IX and PT Gelorata.	PTP II, PNP VI, PTP IX and PT Gelorata
21.	Economic Index, Kab. Deli Serdang, Kec. Lubuk Pakam, Kec. Perbaungan, Kec. Galang, Kec. Pantai Cermin, Kec. Sungai Lampah and Kec. Bluk Perdukudo.	Kantor Kab. Deli Serdang and Kantor Kecamatan
22.	Land Use Map, Kec. Lubuk Pakam, Kec. Perbaungan, Kec. Galng, Kec. Pantai Cermin, Kec. Sungai Lampah and Kec. Bluk Perdukudo.	Kantor Kecamatan
23.	Result of Property Survey.	
24.	Result of Transportation Survey on the National Road.	
25.	Flood Control Project in North Sumatra. Feasibility Study on the Ular River.	OTCA, Japan Nikken Consultants, Inc.

SURVEYING

Seri. No.	Bibliography or Data	Source
1.	Cross section in dam sites .... 2 sections	Made by the Team
2.	Cross section for discharge observation stations .....12 sections	-ditto-
3.	The result of leveling in inundated area ..... 4 sheets	-ditto-
4.	Supplemental cross leveling of the river channel ..... 6 sections (2 k, 3 k, 7 k, 8 k, 9 k, 10 k)	-dotto-
5.	Cross section for measuring a slope of water surface ..... 2 sections	-ditto-
6.	Cross section on existing left dike ..... 7 sections (From -8.0 k)	-ditto-
7.	Cross section on existing right dike ..... 6 sections (From 11.5 k)	-ditto-
8.	Cross section on the bridge (Negeri Dolok) ..... 1 section	-ditto-
9.	Plan ..... 4 sheets	-ditto-
10.	Field notes ..... 8 volumes	-ditto-

APPENDIX B

DISCHARGE DURATION

(1972, 1973, 1974)

DISCHARGE DURATION : AT PULO-TACOR STATION (1972)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	52.90	50.20	45.90	44.70	69.00	51.50	40.70	32.40	37.20	78.60	49.60	60.40		
2	53.60	49.00	45.90	53.60	70.00	64.50	40.70	30.40	32.80	48.40	55.80	69.00		
3	52.20	53.60	45.90	50.20	56.50	52.20	40.70	29.80	38.10	51.50	48.40	60.00		
4	50.80	48.40	51.50	64.50	53.60	51.50	40.70	38.60	32.80	47.80	55.80	84.60		
5	50.80	48.40	55.10	52.20	49.00	50.20	40.70	29.20	33.80	55.10	49.00	88.90		
6	50.20	50.20	68.10	47.80	47.80	48.40	40.00	29.20	36.30	44.10	56.50	65.40		
7	50.80	52.20	49.60	46.50	46.50	46.50	40.00	29.20	33.50	43.00	62.90	70.90		
8	50.80	52.90	46.50	45.90	46.50	48.40	40.00	29.20	32.10	43.00	51.50	64.50		
9	49.60	52.20	46.50	45.30	49.60	48.40	40.70	29.20	39.00	74.70	52.90	61.20		
10	57.90	100.00	45.90	45.30	47.80	51.50	41.30	29.20	72.80	62.10	49.00	57.90		
11	50.20	51.50	45.90	51.50	79.60	53.60	40.00	26.80	47.80	47.80	103.00	63.70		
12	49.60	55.10	53.60	67.10	84.60	50.80	37.70	26.80	55.80	53.60	54.40	56.50		
13	49.60	72.80	52.90	66.20	52.90	52.20	38.10	28.00	52.90	50.20	51.50	55.80		
14	52.20	50.20	46.50	54.40	57.90	48.40	37.70	29.80	44.70	44.10	100.00	55.10		
15	49.60	49.00	49.60	46.50	51.50	45.90	37.70	31.00	42.40	43.60	60.00	57.90		
16	49.60	51.50	51.50	63.70	50.80	50.80	42.40	35.40	41.90	43.60	50.80	75.60		
17	48.40	47.80	47.10	64.50	49.00	49.60	39.00	35.40	40.70	43.60	49.00	63.70		
18	48.40	47.10	46.50	63.70	52.20	52.90	40.10	31.40	43.00	44.10	47.10	57.90		
19	52.90	48.40	45.90	49.00	79.60	66.20	37.70	29.80	52.90	43.00	63.70	72.80		
20	53.60	46.50	45.30	47.80	53.60	57.90	37.70	29.80	43.60	70.90	65.40	73.70		
21	48.40	50.20	44.10	50.80	60.40	47.80	34.50	30.40	49.60	48.40	123.00	62.90		
22	51.50	49.60	43.60	55.10	51.50	49.60	33.50	43.60	43.60	47.10	77.60	61.20		
23	83.60	46.50	45.90	49.00	50.20	47.80	34.20	32.40	45.90	49.00	60.40	56.50		
24	69.00	50.80	54.40	50.80	50.20	52.20	34.50	36.80	47.10	66.20	56.50	53.60		
25	55.80	48.40	45.30	47.10	50.80	49.60	34.50	34.50	45.30	57.20	55.80	52.90		
26	50.80	50.80	52.90	56.50	57.20	46.50	32.40	34.50	44.10	72.80	112.00	57.90		
27	50.20	47.10	49.60	60.40	52.20	45.30	32.40	37.20	43.00	52.20	60.00	57.20		
28	55.80	45.90	47.80	121.00	57.90	44.70	32.40	52.90	42.40	58.70	55.80	54.40		
29	55.80	46.50	47.10	86.70	55.10	44.70	32.40	34.50	50.20	62.10	86.70	57.90		
30	51.50		46.50	60.00	78.60	44.70	32.40	47.80	44.70	55.80	78.60	52.90		
31	60.00		45.30		55.80		32.80	37.20		69.00		52.20		
SUN.	1656.10	1512.80	1508.20	1707.80	1767.90	1514.30	1159.60	1032.40	1310.00	1671.30	1942.70	1930.10	18713.166	(Annual 1,600x $10^6 m^3$)
MEAN	54.423	52.165	48.652	56.927	57.029	50.477	37.406	33.303	43.667	53.913	64.757	62.261	51.1289	
MAX.	23 83.60	10 100.00	6 68.10	28 121.00	12 84.60	19 66.20	16 42.40	28 52.90	10 72.80	1 78.60	21 123.00	5 88.90	11 21 123.000	
MIN.	17 48.40	28 45.90	22 43.60	1 44.70	7 46.50	28 44.70	26 32.40	11 26.80	8 32.10	7 43.00	18 47.10	31 52.20	8 11 26.8000	
							MAX. 123.00					MIN. 26.80		

DISCHARGE DURATION : AT PULO-TAGOR STATION (1972)

	1			51			101			151			201			251			301			351		
1	123.00	11	21	62.10	10	10	54.40	11	12	51.50	10	3	49.00	5	17	46.50	5	8	40.70	7	2	31.00	8	15
2	121.00	4	28	62.10	10	29	54.40	12	28	51.50	11	8	49.00	10	23	46.50	6	7	40.70	7	2	30.40	8	2
3	112.00	11	26	61.20	12	9	53.60	1	2	51.50	11	13	49.00	11	5	46.50	6	25	40.70	7	4	30.40	8	21
4	103.00	11	11	61.20	12	22	53.60	1	20	50.80	1	4	49.00	11	10	45.90	2	28	40.70	7	5	29.80	8	3
5	100.00	2	10	60.40	4	27	53.60	2	3	50.80	1	5	49.00	11	17	45.90	3	1	40.70	7	9	29.80	8	14
6	100.00	11	14	60.40	5	21	53.60	3	12	50.80	1	7	48.40	1	17	45.90	3	2	40.70	9	17	29.80	8	19
7	88.90	12	5	60.40	11	23	53.60	4	2	50.80	1	8	48.40	1	18	45.90	3	3	40.10	7	18	29.80	8	20
8	86.70	4	29	60.40	12	1	53.60	5	4	50.80	1	26	48.40	1	21	45.90	3	10	40.00	7	6	29.20	8	5
9	86.70	11	29	60.00	1	31	53.60	5	20	50.80	2	24	48.40	2	4	45.90	3	11	40.00	7	7	29.20	8	6
10	84.60	5	12	60.00	4	30	53.60	6	11	50.80	2	26	48.40	2	5	45.90	3	19	40.00	7	8	29.20	8	7
11	84.60	12	4	60.00	11	15	53.60	10	12	50.80	4	21	48.40	2	19	45.90	3	23	40.00	7	11	29.20	8	8
12	83.60	1	23	60.00	11	27	53.60	12	24	50.80	4	24	48.40	2	25	45.90	4	8	39.00	7	17	29.20	8	9
13	79.60	5	11	60.00	12	3	52.90	1	1	50.80	5	16	48.40	6	6	45.90	6	15	39.00	9	9	29.20	8	10
14	79.60	5	19	58.70	10	28	52.90	1	19	50.80	5	25	48.40	6	8	45.90	9	23	38.60	8	4	28.00	8	13
15	78.60	5	30	57.90	1	10	52.90	2	8	50.80	6	12	48.40	6	9	45.30	3	20	38.10	7	13	26.80	8	11
16	78.60	10	1	57.90	5	14	52.90	3	13	50.80	6	16	48.40	6	14	45.30	3	25	38.10	9	3	26.80	8	12
17	78.60	11	30	57.90	5	28	52.90	3	26	50.80	11	16	48.40	10	2	45.30	3	31	37.70	7	12			
18	77.60	11	22	57.90	6	20	52.90	5	13	50.20	1	6	48.40	10	21	45.30	4	9	37.70	7	14			
19	75.60	12	16	57.90	12	10	52.90	6	18	50.20	1	11	48.40	11	3	45.30	4	10	37.70	7	15			
20	74.70	10	9	57.90	12	15	52.90	8	28	50.20	1	27	47.80	2	17	45.30	6	27	37.70	7	19			
21	73.70	12	20	57.90	12	18	52.90	9	13	50.20	2	1	47.80	3	28	45.30	9	25	37.70	7	20			
22	72.80	2	13	57.90	12	29	52.90	9	19	50.20	2	6	47.80	4	6	44.70	4	1	37.20	8	27			
23	72.80	9	10	57.20	5	26	52.90	11	9	50.20	2	14	47.80	4	20	44.70	6	28	37.20	8	31			
24	72.80	10	26	57.20	10	25	52.90	12	25	50.20	2	21	47.80	5	6	44.70	6	29	37.20	9	1			
25	72.80	12	19	57.20	12	27	52.90	12	26	50.20	4	3	47.80	5	10	44.70	6	30	36.80	8	24			
26	70.90	10	20	56.50	4	26	52.90	12	30	50.20	5	23	47.80	6	21	44.70	9	14	36.30	9	6			
27	70.90	12	7	56.50	5	3	52.20	1	3	50.20	5	24	47.80	6	23	44.70	9	30	35.40	8	16			
28	70.00	5	2	56.50	11	6	52.20	1	14	50.20	6	5	47.80	8	30	44.10	3	21	35.40	8	17			
29	69.00	1	24	56.50	11	24	52.20	2	7	50.20	9	29	47.80	9	11	44.10	9	26	34.50	7	21			
30	69.00	5	1	56.50	12	12	52.20	2	9	50.20	10	13	47.80	10	4	44.10	10	6	34.50	7	24			
31	69.00	10	31	56.50	12	23	52.20	4	5	49.60	1	9	47.80	10	11	44.10	10	14	34.50	7	25			
32	69.00	12	2	55.80	1	25	52.20	5	18	49.60	1	12	47.10	2	18	44.10	10	18	34.50	8	25			
33	68.10	3	6	55.80	1	28	52.20	5	27	49.60	1	13	47.10	2	27	43.60	3	22	34.50	8	26			
34	67.10	4	12	55.80	1	29	52.20	6	3	49.60	1	15	47.10	3	17	43.60	8	22	34.50	8	29			
35	66.20	4	13	55.80	5	31	52.20	6	13	49.60	1	16	47.10	3	29	43.60	9	20	34.20	7	23			
36	66.20	6	19	55.80	9	12	52.20	6	24	49.60	2	22	47.10	4	25	43.60	9	22	33.80	9	5			
37	66.20	10	24	55.80	10	30	52.20	10	27	49.60	3	7	47.10	9	24	43.60	10	15	33.50	7	22			
38	65.40	11	20	55.80	11	2	52.20	12	31	49.60	3	15	47.10	10	22	43.60	10	16	33.50	9	7			
39	65.40	12	6	55.80	11	4	51.50	1	22	49.60	3	27	47.10	11	18	43.60	10	17	32.80	7	31			
40	64.50	4	4	55.80	11	25	51.50	1	30	49.60	5	9	46.50	2	20	43.00	9	18	32.80	9	2			
41	64.50	4	17	55.80	11	28	51.50	2	11	49.60	6	17	46.50	2	23	43.00	9	27	32.80	9	4			
42	64.50	6	2	55.80	12	13	51.50	2	16	49.60	6	22	46.50	2	29	43.00	10	7	32.40	7	26			
43	64.50	12	8	55.10	2	12	51.50	3	4	49.60	6	25	46.50	3	8	43.00	10	8	32.40	7	27			
44	63.70	4	16	55.10	3	5	51.50	3	16	49.60	9	21	46.50	3	9	43.00	10	19	32.40	7	28			
45	63.70	4	18	55.10	4	22	51.50	4	11	49.60	11	1	46.50	3	14	42.40	7	16	32.40	7	29			
46	63.70	11	19	55.10	5	29	51.50	5	15	49.00	2	2	46.50	3	18	42.40	9	15	32.40	7	30			
47	63.70	12	11	55.10	10	5	51.50	5	22	49.00	2	15	46.50	3	30	42.40	9	28	32.40	8	1			
48	63.70	12	17	55.10	12	14	51.50	6	1	49.00	4	19	46.50	4	7	41.90	9	16	32.40	8	23			
49	62.90	11	7	54.40	3	24	51.50	6	4	49.00	4	23	46.50	4	15	41.30	7	10	32.10	9	8			
50	62.90	12	21	54.40	4	14	51.50	6	10	49.00	5	5	46.50	5	7	40.70	7	1	31.40	8	18			

DISCHARGE DURATION : AT PULO-TAGOR STATION (1973)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	54.40	41.30	40.10	78.60	51.50	58.70	45.90	50.80	55.80	43.60	81.60	146.00		
2	52.90	41.30	39.00	62.10	49.60	63.70	44.70	52.20	45.30	53.60	75.60	70.00		
3	51.50	41.90	45.30	67.10	48.40	81.60	47.10	51.50	44.70	45.90	56.50	58.70		
4	107.00	41.30	49.00	53.60	50.20	83.60	44.70	50.20	55.80	50.80	53.60	54.40		
5	56.50	40.70	78.60	55.10	51.50	83.60	44.70	49.60	45.90	47.10	50.20	69.00		
6	97.90	40.70	43.00	65.40	49.60	99.20	44.70	45.90	43.60	44.10	49.60	76.60		
7	110.00	40.70	40.70	57.20	73.70	62.10	44.10	45.30	43.60	44.70	48.40	73.70		
8	58.70	40.00	40.10	55.80	52.90	69.00	55.10	49.00	48.40	43.00	53.60	96.70		
9	60.40	67.10	39.00	70.90	49.00	78.60	44.70	47.80	51.50	44.10	49.60	70.90		
10	52.90	52.20	50.20	60.00	46.50	55.80	43.60	44.10	50.20	48.40	62.10	100.00		
11	50.80	44.10	73.70	52.90	48.40	51.50	47.10	43.60	55.80	52.90	68.10	67.10		
12	49.60	40.00	44.70	50.80	45.90	52.20	47.80	43.60	68.10	49.60	57.20	65.40		
13	51.50	36.80	45.30	54.40	44.70	52.20	44.10	44.10	97.90	45.30	52.90	105.00		
14	50.80	38.10	43.00	50.20	45.90	49.00	44.10	47.10	62.10	46.50	54.40	63.70		
15	50.20	38.10	42.40	73.70	49.00	47.80	43.60	54.40	49.00	48.40	49.00	90.00		
16	55.80	37.70	41.30	55.10	47.10	47.10	43.60	47.10	48.40	52.20	47.10	135.00		
17	58.70	37.70	41.30	65.40	49.00	45.90	43.60	49.60	46.50	65.40	54.40	86.70		
18	75.60	50.20	41.30	52.90	51.50	45.90	43.60	46.50	44.70	56.50	50.20	70.90		
19	72.80	38.10	49.60	48.40	49.00	44.70	43.60	44.70	55.10	49.60	66.20	65.40		
20	60.00	35.90	44.10	48.40	49.60	47.80	43.60	43.60	50.80	68.10	70.90	118.00		
21	49.60	43.00	44.70	71.80	47.80	44.70	45.30	44.70	45.30	107.00	97.90	72.80		
22	48.60	37.70	44.70	60.00	52.90	45.90	52.90	43.60	61.20	85.60	79.60	79.60		
23	48.60	35.90	54.40	55.10	55.10	49.60	54.40	43.60	55.10	72.80	57.90	76.60		
24	47.10	35.00	45.30	49.00	57.20	47.10	63.70	43.60	54.40	81.60	52.90	79.60		
25	48.60	36.30	83.60	47.10	62.10	45.90	61.20	43.60	46.50	80.60	51.50	189.00		
26	65.40	36.30	78.60	55.80	55.80	50.20	50.80	43.60	45.30	86.70	52.20	129.00		
27	49.60	49.00	51.50	58.70	48.40	45.90	52.90	58.70	43.60	72.80	50.80	100.00		
28	41.30	43.60	69.00	63.70	47.80	44.70	49.60	44.10	43.60	61.20	55.10	88.90		
29	41.30		58.70	52.20	60.40	47.10	52.90	53.60	43.60	64.50	55.10	114.00		
30	64.50		62.10	55.10	55.80	49.60	54.40	49.60	43.60	77.60	56.50	70.90		
31	43.00		70.90		95.60		58.70	47.10		84.60		60.40		
SUM.	1825.60	1160.70	1595.20	1746.50	1641.90	1690.70	1500.80	1466.50	1545.40	1874.80	1760.70	2744.00	20552.766	(Annual 1,770x $10^6 m^3$)
MEAN	58.890	41.454	51.458	58.217	52.964	56.357	48.413	47.306	51.513	60.477	58.690	88.516	56.3089	
MAX.	7 110.00	9 67.10	25 83.60	1 78.60	31 95.60	6 99.20	24 63.70	27 58.70	13 97.90	21 107.00	21 97.90	25 189.00	12 25 189.000	
MIN.	28 41.30	24 35.00	2 39.00	25 47.10	13 44.70	19 44.70	10 43.60	11 43.60	6 43.60	8 43.00	16 47.10	4 54.40	2 24 35.000	
							MAX. 189.00					MIN. 35.00		

DISCHARGE DURATION : AT PULO-TAGOR STATION (1973)

	1			51			101			151			201			251			301			351		
1	189.00	12	25	72.80	12	21	58.70	6	1	52.90	5	8	49.60	6	23	47.10	8	31	44.10	8	10	40.00	2	12
2	146.00	12	1	71.80	4	21	58.70	7	31	52.90	5	22	49.60	6	30	47.10	10	5	44.10	8	13	39.00	3	2
3	135.00	12	16	70.90	3	31	58.70	8	27	52.90	7	22	49.60	7	28	47.10	11	16	44.10	8	28	39.00	3	9
4	129.00	12	26	70.90	4	9	58.70	12	3	52.90	7	27	49.60	8	5	46.50	5	10	44.10	10	6	38.10	2	14
5	118.00	12	20	70.90	11	20	57.90	11	23	52.90	7	29	49.60	8	17	46.50	8	18	44.10	10	9	38.10	2	15
6	114.00	12	29	70.90	12	9	57.20	4	7	52.90	10	11	49.60	8	30	46.50	9	17	43.60	2	28	38.10	2	19
7	110.00	1	7	70.90	12	18	57.20	5	24	52.90	11	13	49.60	10	12	46.50	9	25	43.60	7	10	37.70	2	16
8	107.00	1	4	70.90	12	30	57.20	11	12	52.90	11	24	49.60	10	19	46.50	10	14	43.60	7	15	37.70	2	17
9	107.00	10	21	70.00	12	2	56.50	1	5	52.20	2	10	49.60	11	6	45.90	5	12	43.60	7	16	37.70	2	22
10	105.00	12	13	69.00	3	28	56.50	10	18	52.20	4	29	49.60	11	9	45.90	5	14	43.60	7	17	36.80	2	13
11	100.00	12	10	69.00	6	8	56.50	11	3	52.20	6	12	49.00	2	27	45.90	6	17	43.60	7	18	36.30	2	25
12	100.00	12	27	69.00	12	5	56.50	11	30	52.20	6	13	49.00	3	4	45.90	6	18	43.60	7	19	36.30	2	26
13	99.20	6	6	68.10	9	12	55.80	1	16	52.20	8	2	49.00	4	24	45.90	6	22	43.60	7	20	35.90	2	20
14	97.90	1	6	68.10	10	20	55.80	4	8	52.20	10	16	49.00	5	9	45.90	6	25	43.60	8	11	35.90	2	23
15	97.90	9	13	68.10	11	11	55.80	4	26	52.20	11	26	49.00	5	15	45.90	6	27	43.60	8	12	35.00	2	24
16	97.90	11	21	67.10	2	9	55.80	5	26	51.50	1	3	49.00	5	17	45.90	7	1	43.60	8	20			
17	96.70	12	8	67.10	4	3	55.80	5	30	51.50	1	13	49.00	5	19	45.90	8	6	43.60	8	22			
18	96.50	5	31	67.10	12	11	55.80	6	10	51.50	3	27	49.00	6	14	45.90	9	5	43.60	8	23			
19	90.00	12	15	66.20	11	19	55.80	9	1	51.50	5	1	49.00	8	8	45.90	10	3	43.60	8	24			
20	88.90	12	28	65.40	1	26	55.80	9	4	51.50	5	5	49.00	9	15	45.30	3	3	43.60	8	24			
21	86.70	10	26	65.40	4	6	55.80	9	11	51.50	5	18	49.00	11	15	45.30	3	13	43.60	8	26			
22	86.70	12	17	65.40	4	17	55.10	4	5	51.50	6	11	48.60	1	22	45.30	3	24	43.60	9	6			
23	85.60	10	22	65.40	10	17	55.10	4	16	51.50	8	3	48.60	1	23	45.30	7	21	43.60	9	7			
24	84.60	10	31	65.40	12	12	55.10	4	23	51.50	9	9	48.60	1	25	45.30	8	7	43.60	9	27			
25	83.60	3	25	65.40	12	19	55.10	4	30	51.50	11	25	48.40	4	19	45.30	9	2	43.60	9	28			
26	83.60	6	4	64.50	1	30	55.10	5	23	50.80	1	11	48.40	4	20	45.30	9	21	43.60	9	29			
27	83.60	6	5	64.50	10	29	55.10	7	8	50.80	1	14	48.40	5	3	45.30	9	26	43.60	9	30			
28	81.60	6	3	63.70	4	28	55.10	9	19	50.80	4	12	48.40	5	11	45.30	10	13	43.60	10	1			
29	81.60	10	24	63.70	6	2	55.10	9	23	50.80	7	26	48.40	5	27	44.70	3	12	43.00	1	31			
30	81.60	11	1	63.70	7	24	55.10	11	28	50.80	8	1	48.40	9	8	44.70	3	21	43.00	2	21			
31	80.60	10	25	63.70	12	14	55.10	11	29	50.80	9	20	48.40	9	16	44.70	3	22	43.00	3	6			
32	79.60	11	22	62.10	3	30	54.40	1	1	50.80	10	4	48.40	10	10	44.70	5	13	43.00	3	14			
33	79.60	12	22	62.10	4	2	54.40	3	23	50.80	11	27	48.40	10	15	44.70	6	19	43.00	10	8			
34	79.60	12	24	62.10	5	25	54.40	4	13	50.20	1	15	48.40	11	7	44.70	6	21	42.40	3	15			
35	78.60	3	5	62.10	6	7	54.40	7	23	50.20	2	18	47.80	5	21	44.70	6	28	41.90	2	3			
36	78.60	3	26	62.10	9	14	54.40	7	30	50.20	3	10	47.80	5	28	44.70	7	2	41.30	1	28			
37	78.60	4	1	62.10	11	10	54.40	8	15	50.20	4	14	47.80	6	15	44.70	7	4	41.30	1	29			
38	78.60	6	9	61.20	7	25	54.40	9	24	50.20	5	4	47.80	6	20	44.70	7	5	41.30	2	1			
39	77.60	10	30	61.20	9	22	54.40	11	14	50.20	6	26	47.80	7	12	44.70	7	6	41.30	2	2			
40	76.60	12	6	61.20	10	28	54.40	11	17	50.20	8	4	47.80	8	9	44.70	7	9	41.30	2	4			
41	76.60	12	23	60.40	1	9	54.40	12	4	50.20	9	10	47.10	1	24	44.70	8	19	41.30	3	16			
42	75.60	1	18	60.40	5	29	53.60	4	4	50.20	11	5	47.10	4	25	44.70	8	21	41.30	3	17			
43	75.60	11	2	60.40	12	31	53.60	8	29	50.20	11	18	47.10	5	16	44.70	9	3	41.30	3	18			
44	73.70	3	11	60.00	1	20	53.60	10	2	49.60	1	12	47.10	6	16	44.70	9	18	40.70	2	5			
45	73.70	4	15	60.00	4	10	53.60	11	4	49.60	1	21	47.10	6	24	44.70	10	7	40.70	2	6			
46	73.70	5	7	60.00	4	22	53.60	11	8	49.60	1	27	47.10	6	29	44.10	2	11	40.70	2	7			
47	73.70	12	7	58.70	1	8	52.90	1	2	49.60	3	19	47.10	7	3	44.10	3	20	40.70	3	7			
48	72.80	1	19	58.70	1	17	52.90	1	10	49.60	5	2	47.10	7	11	44.10	7	7	40.10	3	1			
49	72.80	10	23	58.70	3	29	52.90	4	11	49.60	5	6	47.10	8	14	44.10	7	13	40.10	3	8			
50	72.80	10	27	58.70	4	27	52.90	4	18	49.60	5	20	47.10	8	16	44.10	7	14	40.00	2	8			

DISCHARGE DURATION : AT PULO-TAGOR STATION (1974)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	92.30	48.40	53.60	43.60	48.40	50.80	42.40	55.10	50.20	91.20	54.40	60.40	
2	63.70	49.00	46.50	45.30	44.70	43.60	43.60	44.10	50.20	79.60	58.70	56.50	
3	65.40	49.60	45.30	50.80	44.10	52.20	41.90	67.10	51.50	130.00	60.00	54.40	
4	60.00	61.20	44.10	55.10	57.90	45.30	41.90	45.90	45.90	88.90	55.80	54.40	
5	62.90	54.40	43.00	58.70	45.30	44.70	39.00	44.70	58.70	68.10	53.60	72.80	
6	57.90	54.40	43.00	69.00	41.90	46.50	38.60	43.00	67.10	67.10	52.20	56.50	
7	57.90	49.60	49.60	47.10	47.10	44.70	38.60	42.40	60.00	60.40	54.40	51.50	
8	56.50	51.50	47.10	60.40	43.00	41.30	38.60	45.30	48.40	58.70	54.40	54.40	
9	55.10	129.00	62.90	45.90	42.40	41.90	38.60	57.20	76.60	58.70	52.90	71.80	
10	55.10	54.40	47.80	50.20	42.40	40.70	43.60	45.90	49.00	55.10	62.10		
11	55.10	68.10	62.10	44.70	47.10	40.70	40.10	44.70	62.10	56.50	56.50	43.60	
12	55.10	62.10	51.50	47.80	71.80	40.70	44.70	43.60	56.50	53.60	71.80	43.60	
13	60.00	60.00	45.30	47.10	49.60	40.70	56.50	44.70	53.60	52.90	78.60	43.60	
14	52.20	49.00	44.10	45.30	49.60	40.70	44.10	47.80	52.20	52.90	94.50	44.70	
15	51.50	97.90	47.10	49.00	53.60	39.00	42.40	48.40	72.80	53.60	68.10	43.60	
16	50.20	57.20	45.90	50.80	60.00	40.00	41.30	44.10	55.10	52.90	64.50	45.30	
17	49.60	49.00	45.30	45.30	69.00	40.00	55.80	43.60	54.40	52.90	70.00	44.70	
18	68.10	56.50	45.30	43.00	50.80	40.70	46.50	43.00	80.60	73.70	55.10	43.60	
19	49.00	70.90	45.90	45.30	46.50	40.10	52.20	41.90	68.10	54.40	52.20	43.60	
20	69.00	64.50	52.90	44.10	44.10	40.70	50.80	44.10	85.60	52.20	50.80	42.40	
21	56.50	55.10	45.30	42.40	44.10	40.10	64.50	49.60	72.80	52.90	52.20	46.50	
22	55.10	71.80	44.10	41.90	43.00	57.20	60.40	44.70	62.10	54.40	74.70	45.90	
23	51.50	56.50	43.60	49.60	50.20	57.20	57.20	46.50	57.20	50.80	68.10	45.90	
24	50.20	56.50	41.90	48.40	45.90	47.10	47.10	50.80	75.60	52.20	67.10	47.10	
25	60.40	69.00	40.70	44.70	44.10	57.90	44.70	47.80	66.20	52.90	57.20	44.70	
26	68.10	52.20	70.00	44.70	58.70	49.00	44.70	44.10	68.10	52.20	81.60	43.60	
27	64.50	47.80	54.40	44.70	44.10	44.10	43.00	44.10	57.20	50.80	62.90	43.00	
28	60.40	47.80	45.30	41.90	42.40	43.00	43.00	43.60	56.50	52.20	73.70	43.00	
29	50.80		41.90	55.10	46.50	54.40	44.10	47.80	172.00	56.50	62.10	45.30	
30	55.80		43.60	43.00	44.10	48.40	42.40	44.10	77.60	51.50	65.40	55.10	
31	50.20		43.00		42.40		50.80	43.60		52.20		44.10	
SUM.	1810.10	1693.40	1482.10	1444.90	1504.80	1353.40	1423.10	1443.30	1963.90	1892.00	1885.60	1522.10	19418.676 (Annual 1680x 10^6 m^3)
MEAN	54.390	60.479	47.810	48.163	48.542	45.113	45.906	46.558	65.463	61.032	62.853	49.100	53.2018
MAX.	1 92.30	9 129.00	26 70.00	6 69.00	12 71.80	25 57.90	21 64.50	3 67.10	29 172.00	3 130.00	14 94.50	5 72.80	9 29 172.000
MIN.	19 49.00	27 47.80	25 40.70	22 41.90	6 41.90	15 39.00	6 38.60	19 41.90	4 45.90	23 50.80	20 50.80	20 42.40	7 6 38.600
							MAX. 172.00					MIN. 38.60	

DISCHARGE DURATION : AT PULO-TAGOR STATION (1974)

	1			51			101			151			201			251			301			351		
1	172.00	9	29	64.50	7	21	56.50	9	28	52.20	1	14	49.00	4	15	45.30	4	17	43.60	8	12	40.70	6	13
2	130.00	10	3	64.50	11	16	56.50	10	11	52.20	2	26	49.00	6	26	45.30	4	19	43.60	8	17	40.70	6	14
3	129.00	2	9	63.70	1	2	56.50	10	29	52.20	6	3	49.00	9	10	45.30	5	5	43.60	8	28	40.70	6	18
4	97.90	2	15	62.90	1	5	56.50	11	11	52.20	7	19	48.40	2	1	45.30	6	4	43.60	8	31	40.70	6	20
5	94.50	11	14	62.90	3	9	56.50	12	2	52.20	9	14	48.40	4	24	45.30	8	8	43.60	12	11	40.10	6	19
6	92.30	1	1	62.90	11	27	56.50	12	6	52.20	10	20	48.40	5	1	45.30	12	16	43.60	12	12	40.10	6	21
7	91.20	10	1	62.10	2	12	55.80	1	30	52.20	10	24	48.40	6	30	45.30	12	29	43.60	12	13	40.10	7	11
8	88.90	10	4	62.10	3	11	55.80	7	17	52.20	10	26	48.40	8	15	44.70	4	11	43.60	12	15	40.00	6	16
9	85.60	9	20	62.10	9	11	55.80	11	4	52.20	10	28	48.40	9	8	44.70	4	25	43.60	12	18	40.00	6	17
10	81.60	11	26	62.10	9	22	55.10	1	9	52.20	10	31	47.80	2	27	44.70	4	26	43.60	12	19	39.00	6	15
11	80.60	9	18	62.10	11	10	55.10	1	10	52.20	11	6	47.80	2	28	44.70	4	27	43.60	12	26	39.00	7	5
12	79.60	10	2	62.10	11	29	55.10	1	11	52.20	11	19	47.80	3	10	44.70	5	2	43.00	3	5	38.60	7	6
13	78.60	11	13	61.20	2	4	55.10	1	12	52.20	11	21	47.80	4	12	44.70	6	5	43.00	3	6	38.60	7	7
14	77.60	9	30	60.40	1	25	55.10	1	22	51.50	1	15	47.80	8	14	44.70	6	7	43.00	3	31	38.60	7	8
15	76.60	9	9	60.40	1	28	55.10	2	21	51.50	1	23	47.80	8	25	44.70	7	12	43.00	4	18	38.60	7	9
16	75.60	9	24	60.40	4	8	55.10	4	4	51.50	2	8	47.80	8	29	44.70	7	25	43.00	4	30			
17	74.70	11	22	60.40	7	22	55.10	4	29	51.50	3	12	47.10	3	8	44.70	7	26	43.00	5	8			
18	73.70	10	18	60.40	10	7	55.10	8	1	51.50	9	3	47.10	3	15	44.70	8	5	43.00	5	22			
19	73.70	11	28	60.40	12	1	55.10	9	16	51.50	10	30	47.10	4	7	44.70	8	11	43.00	6	28			
20	72.80	9	15	60.00	1	4	55.10	10	10	51.50	12	7	47.10	4	13	44.70	8	13	43.00	7	27			
21	72.80	9	21	60.00	1	13	55.10	11	18	50.80	1	29	47.10	5	7	44.70	8	22	43.00	7	28			
22	72.80	12	5	60.00	2	13	55.10	12	30	50.80	4	3	47.10	5	11	44.70	12	14	43.00	8	6			
23	71.80	2	22	60.00	5	16	54.40	2	5	50.80	4	16	47.10	6	24	44.70	12	17	43.00	8	18			
24	71.80	5	12	60.00	9	7	54.40	2	6	50.80	5	18	47.10	7	24	44.70	12	25	43.00	12	27			
25	71.80	11	12	60.00	11	3	54.40	2	10	50.80	6	1	47.10	12	24	44.10	3	4	43.00	12	28			
26	71.80	12	9	58.70	4	5	54.40	3	27	50.80	7	20	46.50	3	2	44.10	3	14	42.40	4	21			
27	70.90	2	19	58.70	5	26	54.40	6	29	50.80	7	31	46.50	5	19	44.10	3	22	42.40	5	9			
28	70.00	3	26	58.70	9	5	54.40	9	17	50.80	8	24	46.50	5	29	44.10	4	20	42.40	5	10			
29	70.00	11	17	58.70	10	8	54.40	10	19	50.80	10	23	46.50	6	6	44.10	5	3	42.40	5	28			
30	60.00	1	20	58.70	10	9	54.40	10	22	50.80	10	27	46.50	7	18	44.10	5	20	42.40	5	31			
31	69.00	2	25	58.70	11	2	54.40	11	1	50.80	11	20	46.50	8	23	44.10	5	21	42.40	7	1			
32	69.00	4	6	57.90	1	6	54.40	11	7	50.20	1	16	46.50	12	10	44.10	5	25	42.40	7	15			
33	69.00	5	17	57.90	1	7	54.40	11	8	50.20	1	24	46.50	12	21	44.10	5	27	42.40	7	30			
34	68.10	1	18	57.90	5	4	54.40	12	3	50.20	1	31	45.90	3	16	44.10	5	30	42.40	8	7			
35	68.10	1	26	57.90	6	25	54.40	12	4	50.20	4	10	45.90	3	19	44.10	6	27	42.40	12	20			
36	68.10	2	11	57.20	2	16	54.40	12	8	50.20	5	23	45.90	4	9	44.10	7	14	41.90	3	24			
37	68.10	9	19	57.20	6	22	53.60	3	1	50.20	9	1	45.90	5	24	44.10	7	29	41.90	3	29			
38	68.10	9	26	57.20	6	23	53.60	5	15	50.20	9	2	45.90	8	4	44.10	8	2	41.90	4	22			
39	68.10	10	5	57.20	7	23	53.60	9	13	49.60	1	17	45.90	8	10	44.10	8	16	41.90	4	28			
40	68.10	11	15	57.20	8	9	53.60	10	12	49.60	2	3	45.90	9	4	44.10	8	20	41.90	5	6			
41	68.10	11	23	57.20	9	23	53.60	10	15	49.60	2	7	45.90	12	22	44.10	8	26	41.90	6	9			
42	67.10	8	3	57.20	9	27	53.60	11	5	49.60	3	7	45.90	12	23	44.10	8	27	41.90	7	3			
43	67.10	9	6	57.20	11	25	52.90	3	20	49.60	4	23	45.30	3	3	44.10	8	30	41.90	7	4			
44	67.10	10	6	56.50	1	8	52.90	10	13	49.60	5	13	45.30	3	13	44.10	12	31	41.90	8	19			
45	67.10	11	24	56.50	1	21	52.90	10	14	49.60	5	14	45.30	3	17	43.60	3	23	41.30	6	8			
46	66.20	9	25	56.50	2	18	52.90	10	16	49.60	8	21	45.30	3	18	43.60	3	30	41.30	7	16			
47	65.40	1	3	56.50	2	23	52.90	10	17	49.00	1	19	45.30	3	21	43.60	4	1	40.70	3	25			
48	65.40	11	30	56.50	2	24	52.90	10	21	49.00	2	2	45.30	3	28	43.60	6	2	40.70	6	10			
49	64.50	1	27	56.50	7	13	52.90	10	25	49.00	2	14	45.30	4	2	43.60	7	2	40.70	6	11			
50	64.50	2	20	56.50	9	12	52.90	11	9	49.00	2	17	45.30	4	14	43.60	7	10	40.70	6	12			