インドネシア共和国
電　力　公　社

ルヌン水力発電開発計画
フィージビリティ調査

中間報告書

1984年10月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入月日 '86.12.25	108
登録No. 09474	643
	MPN

要　約

1．ルヌン水力発電計画は，北スマトラ州メダン市の南，直線距離にして約 100㎞に位置する。ルヌン計画には，ルヌン川の上流地域及びトバ湖の一部が含まれ，又その電力市場は，北スマトラ州のほとんどすべてと近い将来送電線が延長されるアチェ州の一部を含む。

2．北スマトラ地域では1990年には約 500MW，1995年には約 800MWの電力需要が予測されているが，ルヌン計画はこれら北スマトラ地域の増加する電力需要を満す計画である。
　ルヌン計画はルヌン川からトバ湖へ約12m^3／sの水を流域変更し，ルヌン川とトバ湖の間の約 500mの落差を利用して経済的な発電を行うことを目的としている。又，ルヌン計画ではルヌン川の本流の水のみを取水するばかりではなく導水路沿いの支流の水を取水する。

3．予備的検討の結果に基づく大略の計画の概要は以下の通りである。

1）	流域面積　：	
	主ダム地点　：	138.6Km^2
	支流の合計　：	117.9Km^2
	総　　計　：	256.5Km^2
2）	年平均流量	12.8m^3／S
3）	HWL　：	El.1,410m
4）	LWL　：	El.1,400m
5）	TWL　：	El.905.0～ 902.4m
6）	ダム（ロックフィル型式）：	
	高　さ　：	45m
	堤体積　：	300,000m^3
7）	水　路　：	
	長　さ　：	20,000m
	内　径　：	3.7m
8）	鉄管路　：	
	長　さ　：	1,000m
	内　径　：	2.8m
9）	総落差　：	505m
10）	純落差　：	462m
11）	発電使用水量　：	27.5m^3／S
12）	発電設備容量　：	100MW
13）	発生電力量　：	360GWh

４．上述の発電設備容量及び発生電力量に加え，ルヌン計画でトバ湖へ流域変更された水により，既設のシグラグラ・タンガ発電所及び第１，第３，第４，第５等の計画中の発電所を有するアサハン川沿いの発電力が増加する。アサハン川沿いで増加する発生電力量は年間約600GWhと推定される。

５．これまでに行った現地調査及び予備的検討の結果によれば，ルヌン計画は水力発電計画として技術的に可能で，経済的に充分妥当性があると考えられる。

目　　次

頁

第１章　序論…… 1
　１．１　プロジェクトの背景…… 1
　１．２　プロジェクトの必要性と問題点…… 1
　１．３　調査の目的と範囲…… 2

第２章　プロジェクト地域…… 5
　２．１　位置と地域…… 5
　　２．１．１　概説…… 5
　　２．１．２　ルヌン川…… 6
　　２．１．３　トバ湖とアサハン河…… 7
　２．２　地形…… 8
　２．３　地質…… 8
　２．４　水文気象…… 9
　　２．４．１　気象…… 9
　　２．４．２　降雨量…… 10
　　２．４．３　流量…… 10
　　２．４．４　洪水流量…… 11
　２．５　社会経済…… 16
　　２．５．１　国家社会経済…… 16
　　２．５．２　インドネシアの開発指針…… 18
　　２．５．３　スマトラ及び北スマトラの社会経済…… 19
　２．６　環境…… 26

第３章　電力市場調査…… 33
　３．１　プロジェクト地域における既存電力供給系統…… 33
　　３．１．１　発電設備…… 33
　　３．１．２　送電線と配電線…… 36
　　３．１．３　変電設備…… 38
　３．２　プロジェクト地域の電力需要…… 38
　　３．２．１　過去および現在の電力消費量…… 38
　　３．２．２　電化率…… 41
　　３．２．３　負荷変動…… 42
　　３．２．４　電力料金…… 42

３．３　電力需要予測…… 44
３．３．１　プロジェクト地域における電力需要の今後の動向…… 44
３．３．２　ＰＬＮ第Ⅱ区の電力需要予測…… 44
３．３．３　工業用電力の需要予測…… 45
３．３．４　農園用電力の需要予測…… 50
３．３．５　アルミニウム精錬用電力需要予測…… 53
３．３．６　1995年以後の電力需要予測…… 53
３．３．７　プロジェクト地域の総電力需要予測…… 54

第４章　ルヌン計画周辺の包蔵水力…… 65
４．１　開発可能地点…… 65
４．２　開発可能地点の最適開発規模…… 65

第５章　ルヌン水力発電開発計画…… 70
５．１　開発計画の立案…… 70
５．１．１　開発地点…… 70
５．１．２　開発規模…… 74

第６章　現地詳細調査…… 84
６．１　概　　説…… 84
６．２　測　　量…… 84
６．３　地質調査…… 86
６．４　材料調査および室内試験…… 87
６．５　水文調査…… 94

第１章　序　論

１．１　プロジェクトの背景

ルヌン水力発電計画は，1972年 4月日本工営作成の，「アサハン河総合開発計画における第２水力発電所建設計画」と題する報告書の中で，最初に提案された。その中で，ルヌンプロジェクトは，ルヌン川の水を流域変更し，トバ湖に導水して得られる水力ポテンシャルを利用するよう計画されている。即ちルヌン川に建設される標高約 1,400Mの貯水池面と標高約 900Mのトバ湖面間の落差約 500Mを利用するものである。

1982年インドネシア共和国政府は日本国政府に対し，1982年 5月27日付公文書NO.647により，ルヌンプロジェクトのフィージビリティー調査の実施を要請した。この要請に応え，日本国政府はルヌンプロジェクトへの技術協力の実施を決定した。この決定に基づき，国際協力事業団（JICA）はインドネシア鉱業エネルギー省の電力公社（PLN ）と協力し，1983年 7月から1985年 3月までの20ケ月で，フィージビリティー調査を実施することとなった。

ＪＩＣＡは1983年7 月から1983年10月まで，大村精一氏を団長とする 7名の予備調査団を現地に派遣した。予備調査団はＰＬＮカウンターパートの協力を得て，現地踏査並びに調査基本計画書（インセプションレポート）の作成を行なった。同時に電力市場調査及び環境への影響に関する予備的調査を実施した。引き続きＪＩＣＡは，本調査団を1984年 5月から1984年10月まで現地に派遣し，地上測量，航空写真図化，地質調査，材料調査・試験，水文調査及び環境調査等をＰＬＮのカウンターパーツの協力を得て実施すると伴に，ローカルコンサルタントＧＥＯ　ＡＣＥによる調査作業の監督及び技術指導を行なった。国内でのフィージビリティースタディーは1984年 8月から開始され，一部は既に完了している。

当中間報告書は現在までの現地調査及び検討結果をとりまとめると同時に開発計画の基本的構想を示すものである。

１．２　プロジェクトの必要性と問題点

北スマトラ州の地域経済は着実に成長し，総生産額の年間実質成長率は，1975年から1982年までの間で，約 8%となっている。同期間におけるＰＬＮ当該地域の電力需要は，年平均約24%の成長率を示している。ピーク負荷は，1982年度でおよそ 124MWであるが，1990年には約 550MW，1995年では約 850MWに達すると予測されている。この値は約 420MWの，クアラタンジュンにおけるアルミ精錬用電力需要を含んでいない。このようなピーク負荷の著しい増加は，北スマトラ，アチェ両州に重化学工業を配置しようとするインドネシアの工業化政策，当該地域のプランテーション経済の着実な伸び，並びに送配電線網の拡充による農村電化促進計画により裏付けられ

る。

数年前までは，石油あるいは石炭火力発電と原子力発電が，インドネシアにおける将来の電力開発に，重要な役割を担うと考えられて来た。しかし1973年以来続く石油価格の高騰と公害問題のため，火力や原子力発電所の建設はいく分遅れ気味となっている。それ故，インドネシアに豊富に存在する水力ポテンシャルの開発が渇望され，ＰＬＮは全国の水力ポテンシャル開発計画の実施を促進している。

ルヌン水力発電開発計画は，そのような状況のもとで，北スマトラ州の増大する電力需要を担うものと目されている。ルヌンプロジェクトは，トバ湖の流域外に位置するルヌン川の水を流域変更によりトバ湖に導水し，経済的な発電をおこなおうとするものである。流域変更により，プロジェクト対象地域周辺の自然的，社会的環境に，何らかの影響を与えるものと考えられるが，発電開発計画策定にあたっては，事前に充分な環境影響調査を実施し，充分な対策を講ずる必要がある。そのため，以下の３点を中心に環境影響調査を実施する。

１）　流域変更が，トバ湖及びその周辺の自然的，社会的環境に及ぼす影響調査
２）　流域変更が，ルヌン川ダム下流域の自然的，社会的環境に及ぼす影響調査
３）　ダム水没地域の補償調査

１．３　調査の目的と範囲

ＪＩＣＡとＰＬＮは，インドネシア共和国におけるルヌン水力発電開発プロジェクトのフィージビリティ調査の目的と範囲に関し，1983年 1月28日以下のように合意した。

本調査の目的は，現地調査を実施し，技術的，経済的，財政的検討を行ないプロジェクトのフィージリティーを明らかにすること，及びその成果を報告書に取りまとめることである。

調査作業は次の３段階に分けて行なう。

１）　現地予備調査（1983年 7月から1983年 9月に実施）
２）　現地詳細調査（1984年 5月以来実施中）
３）　フィージビリティ検討作業（1984年 8月以来実施中）

各段階での作業の詳細は以下の通りである。

１）　現地予備調査：

（１）電力及び社会経済調査

既設電力施設，電力需要予測，電力開発計画，財政及び社会経済に関する調査ならびに資料収集

（２）既存地形図を用いたレイアウトの比較検討

（３）現地踏査

(a) ダムサイト，発電所サイト，開閉所，原石山及び土取場の地形・地質に関

する地表調査

(b) 輸送ルートの調査

(C) 雨量計と水位計の設置及び流量観測

（４）現地調査

(a) 航空写真図化

(b) 地形測量

主要構造物のサイト及び貯水地の地形測量

(c) 地質調査

物理探査，コアボーリング及び透水試験

(d) 水文観測機器の設置及び連続的観測体制の確立

（５）最適サイトの選定

数箇所の比較サイトを選び，レイアウトの予備的検討を行ない，建設費の算定を行なう。最適サイトの選定は，費用と便益の比較から行なう。

（６）詳細調査計画の作成

選定されたサイトで，次段階に行なう調査計画を作成する。

２）現地詳細調査：

予備調査の結果に基ずき，最適サイトで詳細な調査を実施する。

（１）地形測量

(a) 測量杭及びベンチマークの設置

(b) 地上測量

ダム，余水吐，導水路トンネル，発電所，放水路，開閉所，原石山及び土取場の地上測量

（２）地質調査と材料試験

(a) 物理探査

ダム，余水吐，導水路トンネル，発電所の各サイト及び原石山での物理探査

(b) コアーボーリングと透水試験

ダム，余水吐，導水路トンネル，発電所，放水路の各サイト及び原石山でのコアーボーリングと透水試験

(c) ダム，余水吐サイト及び原石山でのトレンチ掘削及びダム提体材料の採取

(d) テストピッティング（調査立坑）

テストピッティングにより，コンクリート骨材試料，川床材料の採取

(e) 現地／室内材料試験

堤体材料の物理試験，力学試験，コンクリート骨材試験，コンクリート力学試験及び水質試験

（３）水文調査

(a) 流量観測

流量及び送流土砂の観測

(b) 水文気象調査（洪水量及び渇水量算定資料収集）

（４）電力調査

(a) 発電設備，変電設備及び送配電線設備の現況と将来計画の再検討

(b) 電力消費量の特性，パターン及び伸びに関する諸資料の収集，解析，並びに電力需要予測

（５）変電所及び送電線ルートの調査

（６）工事用道路及び輸送ルートの調査

（７）トバ湖及びルヌン川ダムサイト下流への環境影響調査

（８）貯水地水没地域内の補償物件調査及び対策

（９）最適発電計画の策定

３）フィージビリティ検討作業

現地詳細調査結果をもとに，以下の作業を行なう。

（１）フィージビリティ設計

(a) ダム，余水吐，導水路トンネル，サージタンク，ペンストック，発電所，放水路，開閉所，送電線，変電所，原石山及び土取場等のフィージビリティ設計

(b) 土木構造物，鋼構造物，電機機器及び仮設備の設計並びに構造解析

（２）工事費の算定

プロジェクトの工事費は，内貨及び外貨別に積算し各年度ごとの工事費支出予定表を作成する。

（３）プロジェクト実施のための，工事計画を策定する。

（４）プロジェクトの経済分析及び財務分析

(a) 経済分析は，工事費，運転維持費の算出，代替電源の経済分析，費用－便益分析，経済的内部収益率の計算および感度分析を含む。

(b) 財務分析は，財務的工事費の算出，財務キャッシュフローの作成及び財務的内部収益率の計算を含む。

第２章　プロジェクト地域

2．1 位置と地域

2．1．1 概　説

スマトラは東経95度と 106度との間にあり，北緯 6度から南緯 6度の間で，赤道を跨いで北西から東南方向に横たわるインドネシア第３の大きな島である。その面積は周辺の島々を含めて 473,600Km^2 である。スマトラ島は主として西海岸に沿って北から南に走るバリサン山脈と東海岸沿いの沖積層平野から成る。

スマトラ島の人口はインドネシア第２位を占め，1980年には約28,000,000人に達している。その約30%， 8,400,000人はルヌンプロジェクトが位置している北スマトラ州に居住している。人口密度は，スマトラ全島では59人／Km^2 であるが，北スマトラ州では 118人／Km^2 である。北スマトラの人口のほぼ20%， 1,800,000人は都市部に住み，そのうち約 1,400,000人は，北スマトラ州の州都メダンに集中している。他はほぼ均等に農村部に散在している。

ルヌン水力発電開発計画（ルヌンプロジェクト）のプロジェクト地域は，北スマトラ州にあり，メダン南方約 100Kmに位置し，ルヌン川の上流部とトバ湖の一部を含んでいる。本プロジェクトの電力市場は，北スマトラ州のほぼ全域と，近いうちに送電線網の拡張が予定されているアチェ州の北部，ランサ地域を占めている。

ルヌンプロジェクトの主ダム，導水路，発電所等の主要構造物は，ルヌン川流域上流部に位置し，主ダムはシディカラン南東約25Km ,発電所はトンギン南方約12Kmでシララヒ南東約２Kmのところにある。十数ケ所の渓流取水堰，調圧水槽，水圧鉄管等を含む約20Kmの導水路は主ダムと発電所との間に位置している。

主ダムサイトは，シディカランとシボロンボロンを結ぶ地方道の近くにあり，道路から徒歩２，３分で行くことができる。発電所サイトはトバ湖の岸辺にあり，トンギンからエンジン付ボートか，シディカランとカバンジァエを結ぶ道路から，徒歩でシララヒ経由で行くことができる。しかし導水路や他の構造物のサイトは，自動車の通れる道路から遠く離れており，サイトに行くには，小道を長時間歩かねばならない。原石山と土取場は全て，車が走行可能な既存の道路や，トバ湖から容易に取付くことが出来るところに選ばれている。

北スマトラでは，道路がよく発達しており，アスファルト舗装の全天候型道路が主要都市をむすんでいる。しかしながらルヌン川の下流域，特にアチェ州の南西部に属するアラス川との合流点付近には，車両通行可能な道路は無く，小道があるだけで，手漕のボートやエンジン付きのボートが村々を結んでいる。

プロジェクト地域の位置図を図 2.1に示す。

2．1．2 ルヌン川

ルヌン川は，トバ湖の流域北西端のやや外側に位置する標高 1,750mないし 1,800mの火山台地に源を発し，トバ湖の北西岸に平行し，狭い峡谷を刻み，急流をなしほぼ直線的に北西に向って流れる。わずかにティガリンギン付近で，約20Km^2 の小さな平野が開けるのみである。アラス川と合流後は，西方に流れの向きを変えアチュ州の南端シンギル付近でインド洋に注いでいる。アラス川との合流点におけるルヌン川の全流域面積は 1,910Km^2 であり，流路延長は 122Kmである。河川勾配は，ダムサイト上流で約50分の 1全流路の平均で約70分の 1である。流域の一部は熱帯雨林に被われているが，他の地域は草原，農地，プランテーションにより特徴づけられる。

トバ湖流域の裏側にあるルヌン川流域の上流部ではゆるやかな丘陵を幾本もの支流が流れ，ルヌン川に注いでいる。これらの支流の上流域は熱帯雨林のジャングルに被われている。中流域から下流域にかけては，コーヒーのプランテーション，農地，草原が広がっている。これらの地域はたいてい上流域から導かれた水で灌漑されている。

ルヌン川の主要地点及び支流の流域面積は次に示す通りである。

主要地点並びに支流	流域面積（Km2 ）
ルヌン本流	
1，ダムサイト	138.6
2，スンプル流量観測所	
3，アラス川合流点	1,910
支流	
4，ラエ ムバラ (1)	2.9
5，ラエ ポンタール (2)	4.8
6，ラエ シビラ (3)	6.3
7，ラエ アディアンダマール (4)	1.6
8，ラエ ウチム (5)	1.8
9，ラエ シマルタバンタバン (6)	5.9
10，ラエ レンバラ (7)	7.7
11，ラエ シギラン (8)	15.4
12，ラエ パトワ (9)	13.2
13，ラエ シパハ (10)	19.0
14，ラエ ピナガル (11)	24.8
15，ラエ マナルサル (12)	14.5

2．1．3 トバ湖とアサハン河

ルヌン川の水は，流域変更により，トバ湖に注ぐことになっている。トバ湖はバリサン山脈のバタック台地とカロ台地に横たわる陥没カルデラ湖である。湖底の最深部は標高約 400mであると推定されている。湖の形は長円形で長さ約90Km ，幅約30Kmである。湖水表面積は約 1,100Km^2 ，周長は約 450Kmである。湖の中央には，サモシル島と呼ぶ大きな島がある。トバ湖の集水面積は 3,450Km^2 である。湖水位は現在，シモレアにある調整ダムにより，標高 905,0mと 902,4mの間に保たれている。

ルヌン川からの転流水は，アサハン河で発電に再利用される。アサハン河はトバ湖に源を発し，湖の南東隅にある町，ポルセア付近から流出する唯一の河川である。湖の出口から約１５Kmの区間は北東方向へ米作地帯をゆるやかに蛇行して流れる。
この区間での河川の平均勾配は約 5,000分の 1である。

やがてアサハン河は大きく姿を変える。続く約15Kmの区間では，大小さまざまな急流や滝が形成されている。それらのうち，高さ約 200mのシグラグラの滝，高さ約 150mのタンガの滝が有名である。河の両岸はテーブル状の台地であるが，鋭く切り込まれた河谷は急勾配の崖を形成している。この区間の平均河川勾配は約25分の１である。タンガの滝から下流約15Kmの区間では，アサハン河はなお山岳地帯を流下する。この区間の平均河川勾配は約50分の 1である。それより流下では，丘陵地帯を通過後平原，湿原地帯を流下し，タンジュン・バレイ付近でマラッカ海峡に注ぐ。

アサハン河の総河川長は 150Km ，平均河川勾配は 166分の 1である。アサハン河の各地点での流域面積を次に示す。

主要地点	流域面積（Km2 ）
1, トバ湖流出口	3,450
2, シルアル測水所	3,660
3, 調整ダム地点（第１プロジェクト）	3,674
4, シモレア測水所	3,729
5, ジグラグラダム地点（第２プロジェクト）	3,730
6, タンガダム地点（第２プロジェクト）	3,820
7, パリヒテアンダム地点（第３プロジェクト）	3,888
8, 第４プロジェクト・ダム地点	4,017
9, 第５プロジェクト・ダム地点	4,146
10, 河口（シラオ川を除く）	4,300
11, 河口（シラオ川を含む）	6,840

2．2 地　形

主ダム，導水路及びその他主要構造物が配置されるルヌン川上流域はゆるやかに起伏する火山台地で，最上流域は熱帯雨林のジャングルで被われている。その他の地域は草原，灌木，農地，プランテーションからなっている。

ルヌン川の流域は，全般的に，河道部を除いて，ゆるやかな起伏を持つ平坦な地形をしている。左岸には高さ約 200mの断崖が続き，その頂では平坦な台地が南西に向って広がっている。一方右岸は河道から20mないし40mの高さにある平地まで，やや急勾配の斜面を成している。斜面の頂に広がる平坦地は20分の 1から25分の 1のゆるやかな傾斜をなし，トバ湖周辺にそびえたつ断崖の頂上まで続いている。この台地を穿って，多数の支流がほぼ直線的にルヌン川に流入している。

ダムサイトは，シディカランとシボロンボロンを結ぶ道路がルヌン川を横切る橋のすぐ下流に位置している。橋より上流域では，開けた谷が広がり，稲作が行なわれている。

発電所サイトはトバ湖の湖岸にあり，シララヒ村の南東約 2Kmのところに位置している。湖岸沿いにそびえる断崖は，最も高いところでは，湖面から約 800mの高さがある。断崖の頂部の標高は約 1,700mで，そこからルヌン川まで南西方向にゆるやかな下り勾配の台地がつづいている。

2．3 地　質

ルヌン川の上流域は，広範囲に，トバ火山の噴火により形成された溶結凝灰岩より成っている。地層はほぼ水平な層形成をなしている。地質形態学的にみて，ゆるやかな傾斜を持つ平坦地とその末端にそびえ立つ，ルヌン川左岸の断崖に特徴づけられる上述の地形は，成層面が地表面と同様に南西方向に20分の１ないし25分の１のゆるやかな傾斜を成していることを示唆している。

ルヌン川周辺や右岸上のなだらかな傾斜面に推積した溶結疑灰岩は粒子の粗い石英，長石，黒雲母，硝子，軽石より構成され，溶結作用により固結し，新鮮な状態では適度な硬さを示す。特徴的なのは，しばしば垂直に圧縮されたかのように見える大きな軽石のかけらを含んでおり，白色あるいは薄灰色に見えることである。

他方シララヒで見られる溶結疑灰岩は，灰色で緻密な，斑岩構造を持ち，よく固結した硬岩である。これがルヌン川付近に見られる溶結疑灰岩の下層基盤岩であることは明らかである。それは堅固に溶結している。発電所サイトでは，この基盤岩の下部を柱上節理を持つ安山岩の岩塊が占めている。

現地踏査では，大きな断層は見つかっていない。しかしルヌン川に沿って断層が存在する可能性がある。ルヌン川の河道は主ダムサイト付近で幾分蛇行しているが，巨視的に言って，珍しいほど直線的でバタン・トルー～ルヌン地溝の方向と一致している。このことが川沿いの断層を暗示している。

ルヌン川左岸の断崖の頂きは右岸の緩傾斜地と同じく，火山灰と赤色のローム土で被われている。

1)主ダムサイトと貯水地

主ダムサイトでの川床標高はおおよそ 1,380mである。川の両岸は川床から約40mの高さまで急斜面をなし，その上部のゆるやかな傾斜面に連なっている。

河床幅は約10mである。

基盤岩は酸性の溶結疑灰岩で，ときには数cmの大きさの軽石を含んでいる。その溶結度は中程度で，適度な硬度を持つ。川床付近の露頭風化岩でも充分に硬固で，フィルタイプダムの基礎として申し分ない。

主ダムによりできる貯水池は，乾期の流量を調整するため，かなりの容量を持つことになる。

2)導水路

導水路トンネルは，主ダムサイトと同じ酸性の溶結疑灰岩中を通る。もしトンネルを，地表面から充分に深く新鮮な岩の中を通す様にすれば，トンネル工事はかなり容易になる。トンネル坑口は，うすい表土の下にある風化した軟岩の掘削となるため，やや困難を伴なうが，適当な対策を講じておけば問題はなかろう。これらは工事の実施上根本的な問題となるものではない。

3)調圧水槽，鉄管路及び発電所

発電所サイトは，トバ湖岸のシララヒ近く，湖岸にそびえる断崖の麓に位置している。発電所サイト付近の急斜面は，その頂が標高 1,650mで，湖面から 750mの高さにあり，約35度即ち1対 1.4の平均勾配をもっている。その急斜面の下部は安山岩，その上部は溶結疑灰岩より成っている。安山岩と溶結疑灰岩の境界は，ほぼ標高 1,250mにある。

安山岩は数多くの柱状節理を持ち，表面付近の節理はしばしば開いている。一般的に新鮮で固く，さほど風化されているようには見えない。このあたりの溶結疑灰岩は，下部成層のもので，灰色をした緻密な硬岩である。これらの岩は調圧水槽，鉄管，発電所の基礎に適している。

プロジェクト地域の概略地質図は図 2.2に示す通りである。

2．4 水 文 気 象

2．4．1 気 象

プロジェクト地域の気候は，全般的に言って熱帯高原気候で，乾期の短い多湿の熱帯雨林気候と特徴づけられる。ケッペンの気候区分では（Af）である。高温多湿の月が一年中続く。

降雨は， 9月中旬から 6月中旬までの 9ケ月間に比較的多いが， 6月中旬から 9月

中旬までの 3ケ月間はまれである。月平均気温は年間を通して大きな変動はない。標高 1,290mのプラスタギでは， 9月の19.6℃と11月の18.6℃，標高14mのメダンでは 5月の27.0℃と 1月の25.6℃の範囲にある。年平均気温は，プラスタギで19.1℃ ，メダンで26.4℃である。

相対湿度も大きな変動はなく，プラスタギでは11月の89%から７，８月の85%，メダンでは11月の87%から８月の82%の範囲にある。年平均相対湿度はプラスタギで87%，メダンで84%である。

年平均最大風速は，メダンで14.8m/sという記録がある。

気象データーの要約は表 2.1に示す通りである。

２．４．２ 降 雨 量

プロジェクト地域内及びその周辺の降雨観測所は図 2.3に示すとおりである。

アサハン川からトバ湖にかけての分水嶺での年平均降雨量は約 1,700mmである。大きな年間降雨量が記録されているのは，外輪山のはずれで，特に大きな河川に沿ったところである。降雨記録から見ると，ルヌン川沿いの年平均降雨量は外輪山のはずれに向って増加している。ダムサイト近くのパンギリンガンでは約 2,000mmであり，ダムサイトからシディカランの方向に各々10Km及び20Km離れたシガリンギンとバングンでは，2800mmないし 2,600mmである。一方アサハン河沿いの記録ではシマンクックで約 2,200mm ，ピントポハンでは約 3,500mm ，タンガにおいては 4,000mmにも達するものと思われる。

降雨量は1930年以来メダンでは今日まで，シディカランでは1964年まで観測記録されてきた。ダムサイト周辺での降雨量の観測は，パンギリンガンでは1981年10月に開始され，バングンとシガリンギンでは1972年に開始された

バングンの雨量観測所は，ダムサイト近くに位置し，1972年から現在まで12年間の年間降雨量がある。年降雨量の変動は平均値から約15%の範囲にある。

バングンでの降雨量の月別分布はそれほど変化しない。短い乾期をあえて言うなら，6月中旬から 9月中旬の約 3ケ月間で，残りの 9ケ月より降雨量が少ない。豪雨は通常10月から12月及び 4月と 5月に生ずる。雨期中の豪雨も 1月， 2月は中休みとなる。

トバ湖とルヌン川周辺における月平均降雨量は表 2.2に示す通りである。

２．４．３ 流 量

ルヌン川の流量は，パンギリンガンで，1981年11月から現在までの短期間，測定されているにすぎない。月間流量の変動は流域内の月間降雨量の変動とほぼ一致していて，流量は 6月， 7月， 8月に少ない。流量記録によると，月間最大流量は1982年 4月の14.2m^3 ／ｓ，最小流量は1982年 1月と 8月における 2.6m^3 ／ｓである。

1982年，1983年の２年間の平均流量は， 6.9m^3 ／ｓである。

パンギリンガンでの月間平均流量は表 2.3に示す通りである。

ルヌン水力発電プロジェクトでは，ルヌン川本流からばかりでなく，ダムサイトの下流域にある支流からも取水する計画である。1984年 6月に実施した支流の流量測定結果によると，取水が予定されている支流の流量の合計は，ダムサイトでのルヌン川の流量とほぼ等しいものと思われる。当時降雨量は少なかったが，水田への供給水をさし引いても，支流の流量の合計はおよそ 5m^3 ／sあった。

2．4．4 洪水流量

パンギリンガンでの流量測定期間は短かく，洪水記録も限られている。最大ピーク流量は，1982年 5月18日の63m^3 ／sである。

パングンでの 9年間の降雨量記録をもとに算出した 200年確率洪水量は， 850m^3 ／sである。

表 2.1 (1) 気 象 資 料

項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
1. メダン (1966 −1976)													
1) 気 温 (℃)													
最大	32.6	33.4	34.4	34.7	34.5	33.2	33.9	32.8	33.3	32.4	31.6	36.3	33.6
最小	20.5	18.9	20.5	20.7	20.2	21.2	19.1	20.8	20.8	21.1	20.2	21.1	20.4
平均	25.6	26.2	26.7	26.9	27.0	26.7	26.8	26.8	26.1	25.8	26.0	25.8	26.4
2) 相 対 湿 度 (%)													
最大	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
最小	39.0	40.0	41.0	40.0	34.0	34.0	34.0	30.0	40.0	40.0	43.0	35.0	37.5
平均	83.9	84.0	82.6	83.8	84.5	83.2	82.6	82.4	85.9	85.4	86.8	85.8	84.2
3) 風 速 (m/s)													
最大	14.0	14.0	14.0	11.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	11.0	17.0	11.0	14.8
平均	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−

表 2.1 (2) 気 象 資 料

項目		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
2. クタグドゥン														
(プラスタギ)														
1) 気 温 (℃)														
最 大	24.2	24.2	24.5	24.4	24.8	24.2	24.5	24.0	23.9	24.1	23.9	24.4	24.3	
最 小	13.3	13.2	14.4	14.1	14.1	14.0	13.7	13.8	14.2	14.1	14.1	13.4	13.9	
平 均	18.8	18.8	19.1	19.1	19.3	19.1	19.1	19.0	19.6	18.9	18.6	18.9	19.1	
2)相 対 湿 度(%)														
最 大														
最 小														
平 均	86	86	86	88	87	87	85	85	86	88	89	88	87	

表　2.2　　トバ湖およびルヌン川周辺の月平均降雨量

（単位：mm）

観測所No.	観測所	標高(m)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計	観測期間
3	バングン	1,280	165	193	250	255	274	115	150	137	229	327	323	224	2,641	1972-1983
4	シガリンギン	1,347	197	187	316	326	251	168	208	147	251	331	363	318	2,804	1976-1983
5	バンギリンガン	1,400	163	169	250	152	229	85	97	118	255	247	128	164	1,960	1981-1983
6	バングルーラン	910	148	111	168	170	112	53	39	63	98	151	152	165	1,430	1918-1956
10	ドロックサングル	1,451	124	139	183	299	285	149	313	74	276	638	227	236	2,943	1973-1978
11	シボロンボロン	1,320	128	268	234	378	317	177	172	62	255	340	401	397	3,129	1973-1978
17	ハボラバット	920	164	118	192	211	130	72	62	96	174	238	245	193	1,895	1918-1958
18	バルバリアン	910	109	117	122	142	155	98	83	114	160	174	208	212	1,694	1966-1978
19	シマンクック	1,100	153	156	210	178	178	110	104	152	203	220	247	284	2,195	1961-1980
20	ビントウボハン	980	244	257	322	312	273	211	164	200	302	410	374	398	3,467	1961-1980
27	スリブドロツク	1,418	96	99	81	144	318	16	6	60	146	158	109	146	1,379	1981

表　2.3　バンギリンガンでの月平均流量　（単位：m^3 /s）

流域面積：138.6km^2

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
1981	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.4	4.3	—
1982	2.6	4.3	8.0	14.2	12.1	3.1	2.7	2.6	4.7	7.4	12.1	8.2	6.8
1983	5.8	5.3	5.3	4.7	9.0	6.1	3.0	4.3	11.4	10.1	4.9	12.4	6.9
平均	4.2	4.8	6.7	9.5	10.6	4.6	2.9	3.5	8.1	8.8	8.5	10.3	6.9

2．5　社会経済

2．5．1　国家社会経済

インドネシアは東経95度から 141度，北緯 6度から南緯11度にわたり，赤道を南北に横ぎり広大な面積を占めている。インドネシアはジャワ，スマトラ，スラウェシ，カリマンタンの一部，イリアンジャヤの一部の 5つの大きな島とみんなで約13,000以上にも及ぶ島々から成っている。国土の総面積は1,919,500km^2 である。

インドネシアは世界で 5番目の人口の多い国である。1976年の人口調査ならびにその後の調整によると，インドネシアの人口は，1980年に 147,500,000人に達し，1971年から1980年までの10年間人口増加率は 1,000人当り23人であった。人口の大部分はジャワ島に集中しており，その数は全国民の約60%，91,000,000人に達する。

インドネシアの面積，人口，人口密度及び年間人口増加率を表 2.4に示す。

インドネシアの国家経済は60年代における経済的混乱を克服して以来，最近に至るまで着実な発展を続けて来た。1973年から1979年の年間成長率は，実質 6.6%である。1973年に 6兆 7,500億ルピアであった国内総生産（GDP ）は，1982年には名目59兆 6,300億ルピア，実質12兆 3,300億ルピア（1973年市場価格）へと増加した。インドネシアの年間国内総生産を表 2.5に示す。

1981年における国民 1人当りの国内総生産は，約 360,000ルピア， 580米ドル相当である。

産業別国内総生産を1973年価格で表 2.6に示す。

表2．4　面積，人口等（インドネシア）　1/

地　　域	面　積 (Km)	1980年の人口(10^3)	1971-80の人口増加率(%)	人口密度 (人／ km^2)
1. ジャワ	132,200	91,270	20.2	690
2. スマトラ	473,600	28,016	33.2	59
3. カリマンタン	539,500	6,723	29.6	12
4. スラウエシ	189,200	10,410	22.2	55
5. ヌサ　テンガラ	88,500	8,487	20.1	96
6. マルク／イリアンジャヤ	496,500	2,585	27.9	5
7. 全　国	1,919,500	147,491	23.2	77

1/　中央統計局：「経済指標」（IndiKator Econamy)その他による。

表2．5　年間国内総生産　1/

（単位：10^9 ルピア）

会計年度	名目価格	名目成長率(%)	実質価格(1973 年価格)	実質成長率
1973	6,753	—	6,753	—
1974	10,708	58.6	7,269	7.6
1975	12,643	18.1	7,631	5.0
1976	15,467	22.3	8,156	6.9
1977	19,011	22.9	8,871	8.8
1978	22,746	19.6	9,567	7.8
1979	32,025	40.8	10,165	6.3
1980	45,446	41.9	11,169	9.9
1981	54,027	18.9	12,055	7.9
1982	59,633	10.4	12,325	2.2

表2．6　産業別国民総生産　1/

（単位：10^9 ルピア）

産業	1973/74	1976/77	1979/80	1982/83
1. 農・林・漁業	2,710(40.1%)	2,944(36.1%)	3,256(32.0%)	3,670(29.8%)
2. 鉱業	831(12.3%)	952(11.7%)	1,047(10.3%)	940(7.9%)
3. 製造業	650(9.6%)	930(11.4%)	1,395(13.7%)	1,901(15.4%)
4. 電気，ガス，水道	30(0.4%)	46(0.6%)	68(0.7%)	105(0.9%)
5. 建設	262(3.9%)	385(4.7%)	563(5.6%)	758(6.2%)
6. 卸し売り，小売り	1,118(16.6%)	1,351(16.6%)	1,681(16.5%)	2,159(17.5%)
7. 運輸，通信	257(3.8%)	343(4.2%)	560(5.5%)	716(5.8%)
8. サービス	264(3.9%)	284(3.5%)	304(3.0%)	326(2.6%)
9. その他	631(9.4%)	921(11.2%)	1,291(12.7%)	1,750(14.2%)
合計	6,753(100%)	8,156(100%)	10,156(100%)	12,325(100%)

上表から農業，林業，漁業，および鉱業のような第１次産業の占める割合が，1973年の52.4パーセントから1982年の37.4パーセントへと低下する反面，製造業，建設業及び運輸業の占める割合は1973年の17.3パーセントから1982年の27.4パーセントへと着実に伸びていることがわかる。この間卸し売り業，小売り業等その他のサービス業の占める割合には大きな変化はなかったと言える。

1/　「インドネシアの統計ポケットブック」および中央統計局出版の「経済指標」による。

国際収支は，原油及び天然ガスの順調な輸出のおかげで，近年著しく改善された。1979年の原油輸出額88億 7,000万米ドル，1980年の 128億 6,000万米ドルを含めると，インドネシアの全輸出額は1979年に155 億9,000 万米ドル，1980年には 239億 5,000万米ドルに達する。一方インドネシアの全輸入額は，1979年に72億米ドル，1980年には 108億 3,000万米ドルで，国際収支の黒字は，1979年に83億 9,000万米ドル，1980年には 131億 2,000万米ドルであった。

インドネシアの年間輸出入額を次表 2.7に示す。

表２．７　インドネシアの年間輸出入額 1/

（単位：10^6 米ドル）

会計年度	輸出 原油・天然ガス	輸出 その他	輸出 合計	輸入	収支
1973	1,610	1,600	3,210	—	—
1974	5,210	2,200	7,430	3,840	3,590
1975	5,310	1,790	7,100	4,770	2,330
1976	6,000	2,550	8,550	5,670	2,880
1977	7,380	3,470	10,850	6,230	4,620
1978	7,990	3,650	11,640	6,690	4,950
1979	10,160	5,430	15,590	7,200	8,390
1980	17,780	6,170	23,950	10,830	13,120
1981	20,660	4,500	25,160	13,270	11,890
1982	18,400	3,930	22,330	16,860	5,470

２．５．２　インドネシアの開発指針

インドネシアの社会経済開発は，政府の経済開発 5ヶ年計画により広範に推進されてきた。現在1979会計年度から1983会計年度に至る第 3次経済開発 5ヶ年計画（レプリタⅢ）は成功裏に完了し，1984年から1988年に至る第 4次経済開発 5ヶ年計画（レプリタⅣ）が，開始されている。第 4次 5ヶ年計画はそれ以前の計画による開発努力を継続することに力点がおかれており，その目標は次のように要約できる。

1）国民の生活水準の向上

2）国民間のより公平な福利分配の達成

3）将来の国家発展のため，堅固な国の基盤作り

上記目標を達成するために，第 4次 5ヶ年計画は，開発成果の分配を，開発関係者間のみならず，地域社会にも拡げていくことに力点をおいている。それ故，開発の優先度は農業及び灌漑，電力，運輸と観光，教育及びその他の公共サービスのような分野におかれている。政府はこれらの分野に多額の予算を割いてきた。

1/ 中央統計局：「経済指標」(Economic Indicators)

とりわけ，電力開発は，経済活動全般，特に工業と農業の発展のための最重要因子の一つとして取り上げられている。これまでの努力にかかわらず，電力供給能力は長期間にわたって全国的に増大し続ける電力需要を満たすには不十分であった。
第 3次 5ヶ年計画では，設備容量3,900MW の発電設備，10,400Kmの送電線網，45,700Kmの配電線網の建設を実現した。電力部門の開発計画には 4,700村落の農村電化も含んでいた。

第 3次 5ヶ年計画に加え，第 4次 5ヶ年計画では，国全体にわたって，5,300MW の発電設備， 9,300Kmの送電線網， 125,000Kmの配電線網及び 7,000村落の農村電化の実現を企図している。

インドネシア政府は，外国貿易のために石油資源を温存し石油資源への経済依存度を低下させるため，国家の長期エネルギー政策として，水力発電に最高の開発優先度を与えている。

2．5．3 スマトラ及び北スマトラの社会経済

スマトラは面積約 473,000 km^2 におよぶインドネシア第 3の大きな島で，アチェ，北スマトラ，西スマトラ，リアウ，ジャンビ，南スマトラ，ベンクルおよびランポンの 8行政州から成立うている。

スマトラは表 2.4に示すように，インドネシア第 2の地域人口，約28,000,000人を有している。全スマトラの1971年度から1980年までの人口増加率は 1,000人に対し33人であった。
スマトラの面積，人口，人口密度，および年間の人口増加率は表 2.8示す通りである。

表 2.8上表に見られるとおり，スマトラ全人口のほぼ30パーセント，約 8,400,000人がルヌン水力発電開発プロジェクトの対象地域である北スマトラ州に居住している。その人口密度は 118人／ km^2 でスマトラ全土の人口密度59人／ km^2 の 2倍である。

表2．8　面積，人口等（スマトラ）　1/

州	面　積 (km²)	1980年の人口(10^3)	年間人口増加率 1971-82(%)	人口密度 (人／Km^2)
1. アチェ	55,400	2,611	29.3	47
2. 北スマトラ	70,800	8,351	26.0	118
3. 西スマトラ	49,800	3,407	22.1	68
4. リアウ	94,500	2,168	31.1	23
5. ジャンビ	44,900	1,446	40.7	32
6. 南スマトラ	103,700	4,630	33.2	45
7. ベンクル	21,200	768	43.9	36
8. ランポン	33,300	4,625	57.7	139
合　計	473,600	28,006	33.2	59

北スマトラ州の年度別人口，家屋数，一戸当りの平均居住者数は表 2.9に示す通りである。

北スマトラ州の人口の約20パーセント，約 1,800,000人は市街地域に居住し，その約80%がメダンに集中している。他は農村部に均等に分布している。1980年における北スマトラ州の面積，地区及び村落数，人口，世帯数を表 2.10 に示す。

北スマトラ州の地域経済は，国の経済成長と歩調を合せ着実に向上し，その年間成長率は国の成長率をいく分上廻っている。1975年から1982年の間の実質年間経済成長率は 8.5パーセントである。

北スマトラ州の年間地域総生産（GRDP）は，1975年に 6,830億ルピアであったが，1982年には 3兆 1,690億ルピアに増加した。これは1975年の市場価格に換算して， 1兆 2,070億ルピアとなる。北スマトラ州の年間地域総生産を表 2.11 に示す。

1/　中央統計局：「経済指標」

表2．9　人口及び世帯数（北スマトラ）

年　度	人　口	人口増加率	世帯数	一世帯当りの人数	備　考
1961	4,964,734	(0/00)			
62	5,105,700	28.4			出典：（人口）
63	5,321,900	42.3			1861-1980: 北スマトラ州統計局,
64	5,362,500	7.6			1980年統計年報（ポケ
65	5,498,300	25.3			ット版）　(NSPSO)
66	5,639,300	25.6			
67	5,785,200	25.9			
68	5,936,600	26.2			1981: 北スマトラ州統計局,
69	6,094,000	26.5			1981年人口調査
70	6,413,270	52.4			(NSPSO)
71	6,620,811	32.4			1982: NSPSO 統計年報1982
72	6,802,480	27.4			（世帯数）
73	6,987,069	27.1			1980: PLN(PIPJ) メダン
74	7,174,578	26.8			1981: 北スマトラ州統計局,
75	7,365,008	26.5			1981年人口調査
76	7,558,357	26.2			(NSPSO)
77	7,754,627	26.0	(1,436,000) 1/	(5.4) 1/	1/ ：推定値
78	7,953,817	25.7	(1,473,000) 1/	(5.4) 1/	
79	8,155,928	25.4	(1,510,000) 1/	(5.4) 1/	
80	8,350,950	23.9	1,548,323	5.39	
81	8,489,614	16.6	1,590,797	5.34	
82	8,594,137	12.3	(1,622,000) 1/	(5.3) 1/	
83	(8,792,000) 1/	(23.0) 1/	(1,659,000) 1/	(5.3) 1/	

表2．10　面積，人口等（北スマトラ－1981）

項　目	面　積 (Km^2)	地区数	村落数	人　口	世帯数
市　町					
1. メダン	265	11	116	1,418,531	256,835
2. シアンタール	12	4	29	146,986	24,270
3. テビン・ティンギ	31	3	21	93,449	16,156
4. ビンジャイ	17	3	19	76,784	13,378
5. シボルガ	11	3	11	60,024	10,725
6. タンジュン・バレイ	2	0	4	42,413	7,393
小　計	338	24	200	1,838,187	328,757
地　方					
7. ニアサ	5,625	13	657	475,977	83,669
8. タパヌリ・セラタン	18,006	17	1,607	768,475	151,477
9. タパヌリ・テンガ	2,300	4	180	171,290	31,958
10. タパヌリ・ウタラ	10,605	27	870	693,425	126,367
11. ラブハン・バツウ	7,135	12	192	553,203	112,392
12. アサハン	4,681	15	221	776,215	145,366
13. シマルンガン	4,199	17	216	779,855	147,029
14. ダイリ	3,382	8	157	248,443	46,251
15. カロ	2,132	10	274	224,434	49,881
16. デリ・セルダン	6,064	30	842	1,253,594	236,035
17. ランカット	6,320	15	219	706,516	131,615
小　計	70,449	168	5,435	6,651,427	1,262,040
合　計	70,787	192	5,635	8,489,615	1,590,797

表2．11　年間地域総生産（北スマトラ）

（単位：10^9 ルピア）

会計年度	名目価格	名目成長率（%）	実質価格（1975 年価格）	実質成長率（%）
1975	683	—	683	—
1976	847	24.0	754	10.4
1977	1,022	20.7	811	7.6
1978	1,319	29.1	908	12.0
1979	1,765	33.8	1,004	10.6
1980	2,471	40.0	1,086	8.2
1981	2,804	13.5	1,151	6.0
1982	3,169	13.0	1,207	4.9

次表 2.12 に見られるように，北スマトラ州の約60%，約41,600 km^2 は森林に被われており，約16%，即ち約11,600 km^2 はゴム，油ヤシ，コーヒー，茶，香料等熱帯作物の農園である。約13% の約9,000km^2 は水田と畑地で残りは草地，湖沼，河川，市街地等である。

表2．12　北スマトラの土地利用

利用形態	割合（%）	面積（ km^2）
1. 市街地	1.4	991
2. 農地	6.9	4,884
3. 畑地	5.9	4,177
4. 農園（大規模所有）	7.5	5,309
5. 農園（小規模所有）	8.8	6,229
6. 森林	58.7	41,552
7. 湖沼等	2.3	1,770
8. 草地等	8.3	5,875
合計	100	70,787

1982年における農地及び農園の主要作物とその作付面積，収穫高及び単位収穫高は表 2.13 および 2.14 に要約される。

表２．１３　作付面積，収穫高及び単位収穫高（北スマトラ　－1982）

作　　物	作付面積（ヘクタール）	収穫高（トン）	単位収穫高（トン／ヘクタール）
1. 水　　稲	489,957	1,977,000	4.04
2. 陸　　稲	91,096	203,000	2.23
3. トウモロコシ	44,075	101,000	2.29
4. キャツサバ	21,867	338,000	15.46
5. さつまいも	16,705	156,000	9.34
6. ピーナッツ	11,181	17,000	1.52
7. 大　　豆	3,294	3,400	1.03
8. エンドウ豆	2,823	2,400	0.85
9. 野　　菜	31,360	227,000	7.24
合　　計	712,358	3,024,800	

表2．14　作付面積，収穫高及び単位収穫高（北スマトラ－1982）

作物	作付面積（ヘクタール）合計	可収穫面積	収穫高（トン）	単位収穫高（トン／ヘクタール）
Ⅰ．大規模所有農園				
1. ゴム	221,930	159,509	193,000	1.21
2. 油やし	220,076	160,492	780,000	4.86
3. チョコレート	10,054	5,991	5,900	0.98
4. やし	5,211	3,778	2,700	0.71
5. チョウジ	149	—	—	—
6. 茶	11,279	10,884	21,000	1.93
7. タバコ	3,364	3,364	2,500	0.74
8. コーヒー	237	153	180	1.18
小計	472,300	344,171	1,005,280	
Ⅱ．小規模所有農園				
1. ゴム	255,790	182,203	96,000	0.53
2. やし	111,886	72,440	60,000	0.83
3. コーヒー	38,922	25,459	13,000	0.51
4. チョウジ	21,121	6,176	1,400	0.23
5. さとうきび	506	297	330	1.11
6. タバコ	390	317	200	0.63
7. ニッキ	5,775	2,051	1,100	0.54
8. 香油	820	589	80	0.14
9. こしょう	53	29	20	0.69
10. ニクズク	239	147	80	0.54
11. ベンゾイン樹脂	19,431	13,357	6,600	0.49
12. 油やし	8,512	1,642	1,300	0.79
13. ココア	268	7	2	0.29
14. カポック	105	80	30	0.38
15. カシオナッツ	3,609	2,856	2,100	0.14
16. びんろう	117	44	—	—
小計	467,544	307,694	182,242	—
合計	939,844	651,865	1,187,522	—

2．6 環　境

トバ湖およびその周辺地域は，インドネシアでも自然状態に近いまま残っている地域の１つである。幸いこの地域は人口もまばらで，よく繁った草木，密生した森林に被われ，現在に至るまで野生の動植物が比較的良く保護されて来た。

いずれルヌンプロジェクトを実施する際に，環境面から懸念されるのは，主として以下の諸点であろう。

1)ルヌン川の流域変更が，ダム下流域の水利用に及ぼす影響

2)ルヌン川の流域変更が支川での水利用に及ぼす影響

3)ルヌン川の流域変更がトバ湖の水質に及ぼす影響

4)貯水池内の水没地域

5)建設中及び完成後の公害

１）ルヌン川の流域変更が，ダム下流域の水利用に及ぼす影響

ルヌンプロジェクトの実施により，ルヌン川全流域面積の13%即ち約10m^3 ／secの河川水が，水力発電のために，トバ湖へ流域変更されることになっている。

しかしながら，この流域変更によってルヌン川流域内，特に本流沿いの地域において，何ら重大な影響が生ずるとは考えられない。というのは現在までのところ，農業用水や生活用水を供給するために，ルヌン川の本流から直接取水するということは，なされていないからである。

ルヌン川の本流沿いでは，本流から水を引ける可能性のある農地は，ティガリンガ付近の盆地だけである。自然の流れのままで灌漑できる土地が約 1,000ヘクタール，最大約50m程ポンプで水をくみ上げて，灌漑できる土地が約 1,000ヘクタールある。さらにティガリンガ付近のアラス川流域へ，ルヌン川から水を引き灌漑するプロジェクトがある。その灌漑面積は 1,000ヘクタールほどである。一方この盆地までの，ルヌンプロジェクト下流の残流域は約500km^2 あり，乾期でも約15m^3 /secの流量が期待できる。この流量は，上記の全可耕地を灌漑して十分余りあるものである。

さらに上記の灌漑可能な合計約 2,000ヘクタールの土地は，既にコーヒー園や陸稲耕作に利用されており，灌漑用水が必要となることは，ないと思われる。

こうした理由で，ルヌンプロジェクトのために流域変更を行なっても，その本流沿いに重大な影響を与えることはないと言えよう。

２）ルヌン川の流域変更が支川での水利用に及ぼす影響

河川水がトバ湖に流域変更されることになっているルヌン川上流部の支川では，図 2.5に示すように本流との合流点付近の下流域に，いくらかの水田が拓かれている。その面積は合計で約 1,000ヘクタールである。水田の水は支川に設けられた取水施設から引かれている。

一方灌漑水を水田に供給することができる残流域の面積は約100km^2 である。この

水田がたとえ乾期中に全て耕作されるとしても，約 2.2m3 /secの乾期流量は，灌漑水を供給するのになお十分である。従って流域変更が支川流域にある水田にそれほど重大な影響を及ぼすことはなかろう。しかし，詳細に調査検討のうえ，日常の生活水を主として既存の灌漑施設に依存している地域社会のために，水田用水を確保する代替灌漑施設や水道管網の建設等の対策を講ずる必要があろう。

3）流域変更がトバ湖の水質に及ぼす影響

洪水発生後に，主ダムサイト，スンプル道路橋，シポルトンの 3箇所でルヌン川の水を採取した結果によると，河川水の濁度は，どこでも50ppm 以下であった。河川水の濁りは主として，火山灰粒子によるもので，貯水池に貯留された場合等，流速が低下すると容易に沈殿する。実際，河川水の濁度は約１日貯水池に貯留すると10ppm 以下になると思われる。さらにルヌン川の水が，トバ湖に流域変更され，発電所から放流されると，既存の自然河川から洪水時にトバ湖に流入する濁水が拡散するのと同様に容易に湖水中に拡散する。拡散した水の濁度はほぼ1ppm程度と考えられる。これは現在の湖水の濁度と同程度のものである。

その上，トバ湖に流域変更される水量は，トバ湖に流入する全水量の10パーセント以下と推測される。

それ故，ルヌン川からトバ湖への流域変更により重大な問題が生ずることはないと思われる。

4）貯水池内の水没地域

主ダムサイト及び調整ダムサイトの両岸は，急な斜面をなし，斜面上には農耕地は見られない。それ故，貯水池が，これらの斜面内に限定されるなら，何ら重大な補償問題は生じないだろう。

主ダムサイトの上流には，水田が存在する。それ故，もし主ダムの高さを増せば，幾分かの水田は水没するだろう。しかしながらその周囲に水田開発可能な広大な土地がある。だからもし農民が換地に同意するなら，新しい水田をその近くに作るのは容易であり，何ら重大な補償問題は生じないと思われる。

5）建設中及び完成後の公害

建設工事，特に工事用道路の建設，原石山や土取場の開発，土捨場の盛土等の施工に際しては，注意深い作業が必要である。切土，盛土面は適当な方法でできる限りすみやかに保護すべきである。工事が完成すれば，工事廃棄物は全て完全に処理しなければならない。さらに地上に露出する構造物は周囲の美観をそこなわぬように，注意深く設計しなければならない。

そうすれば，工事中や完成後の公害は，可能な限り，減ずることができよう。

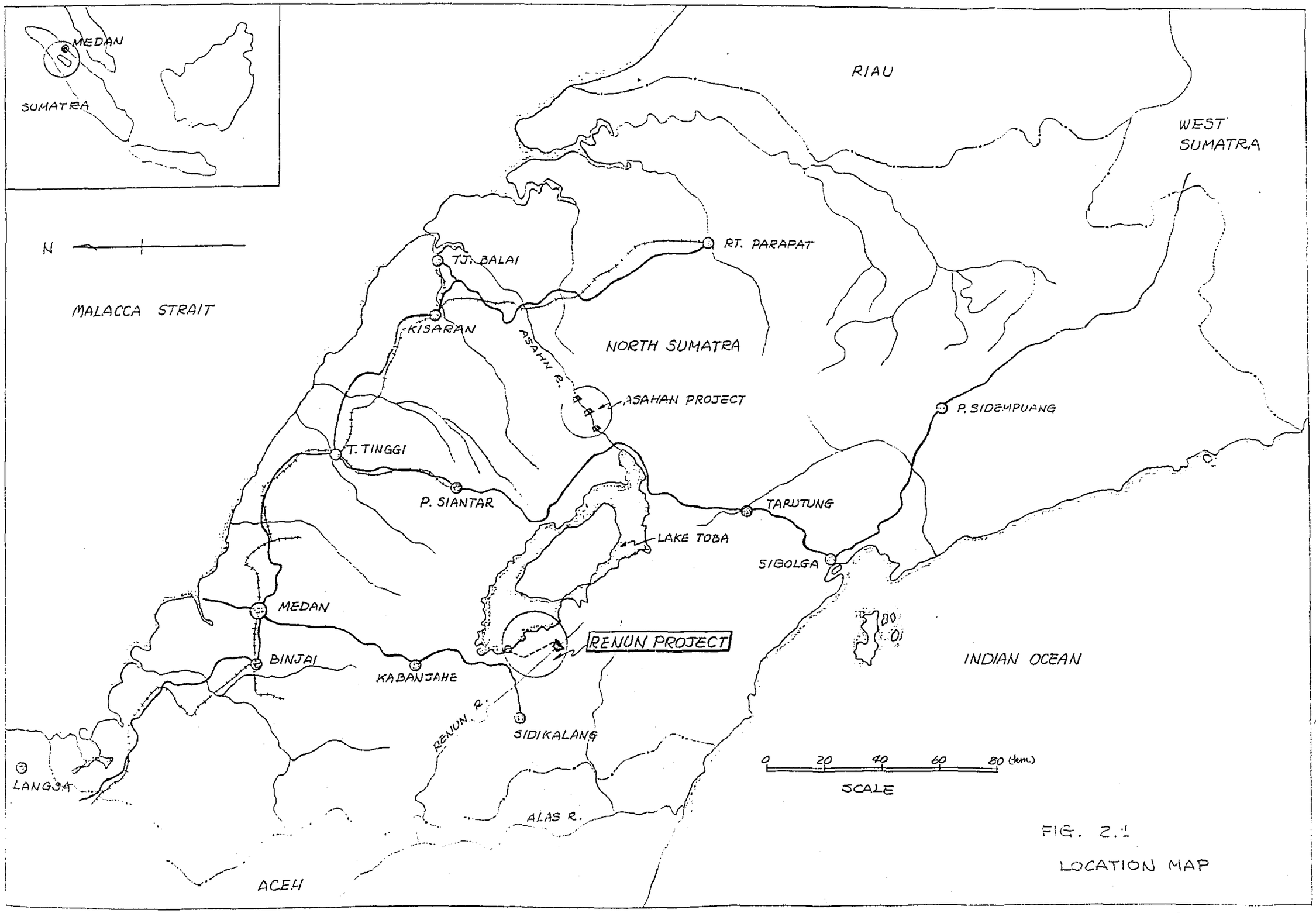


FIG. 2.1

LOCATION MAP

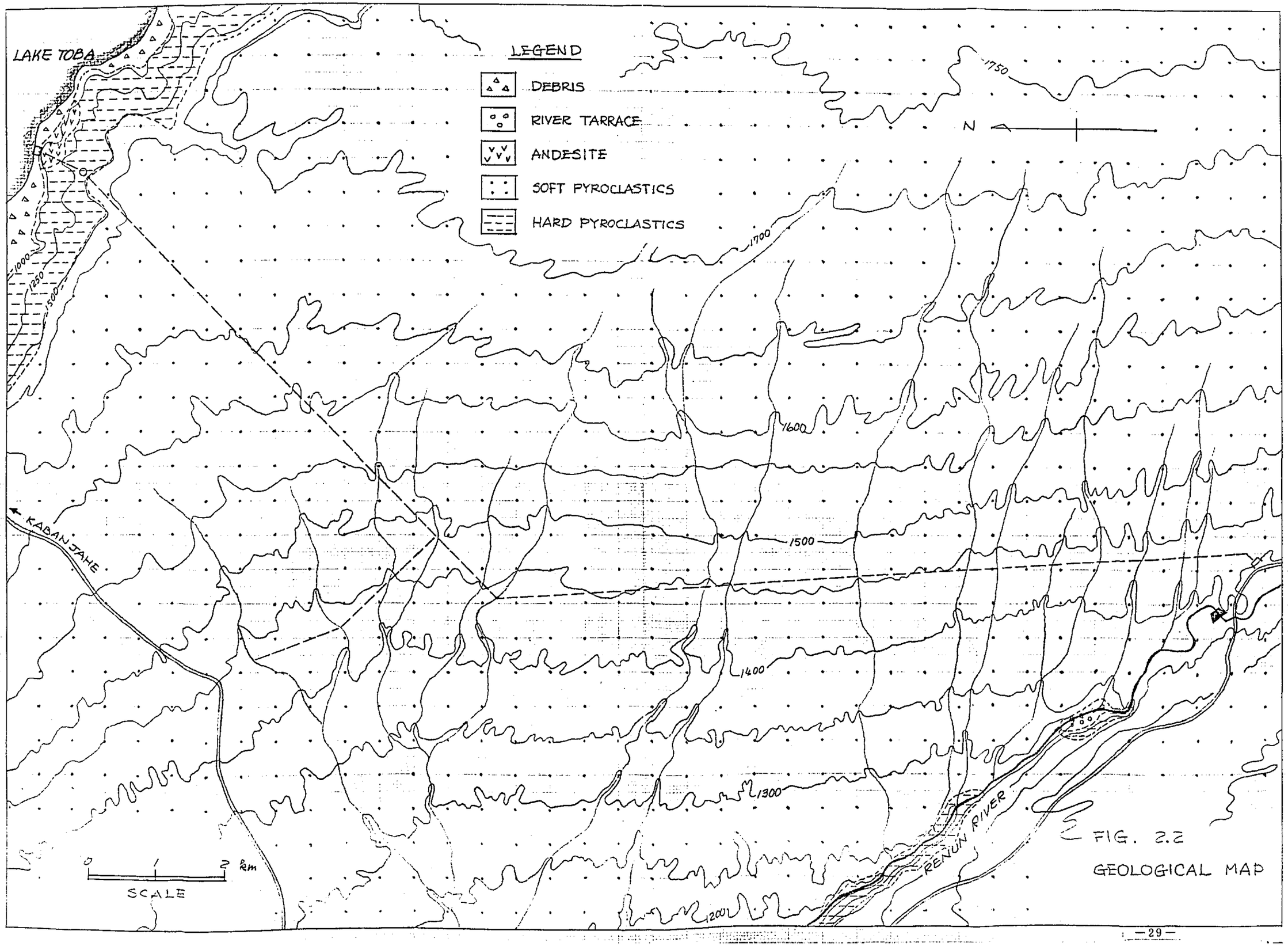
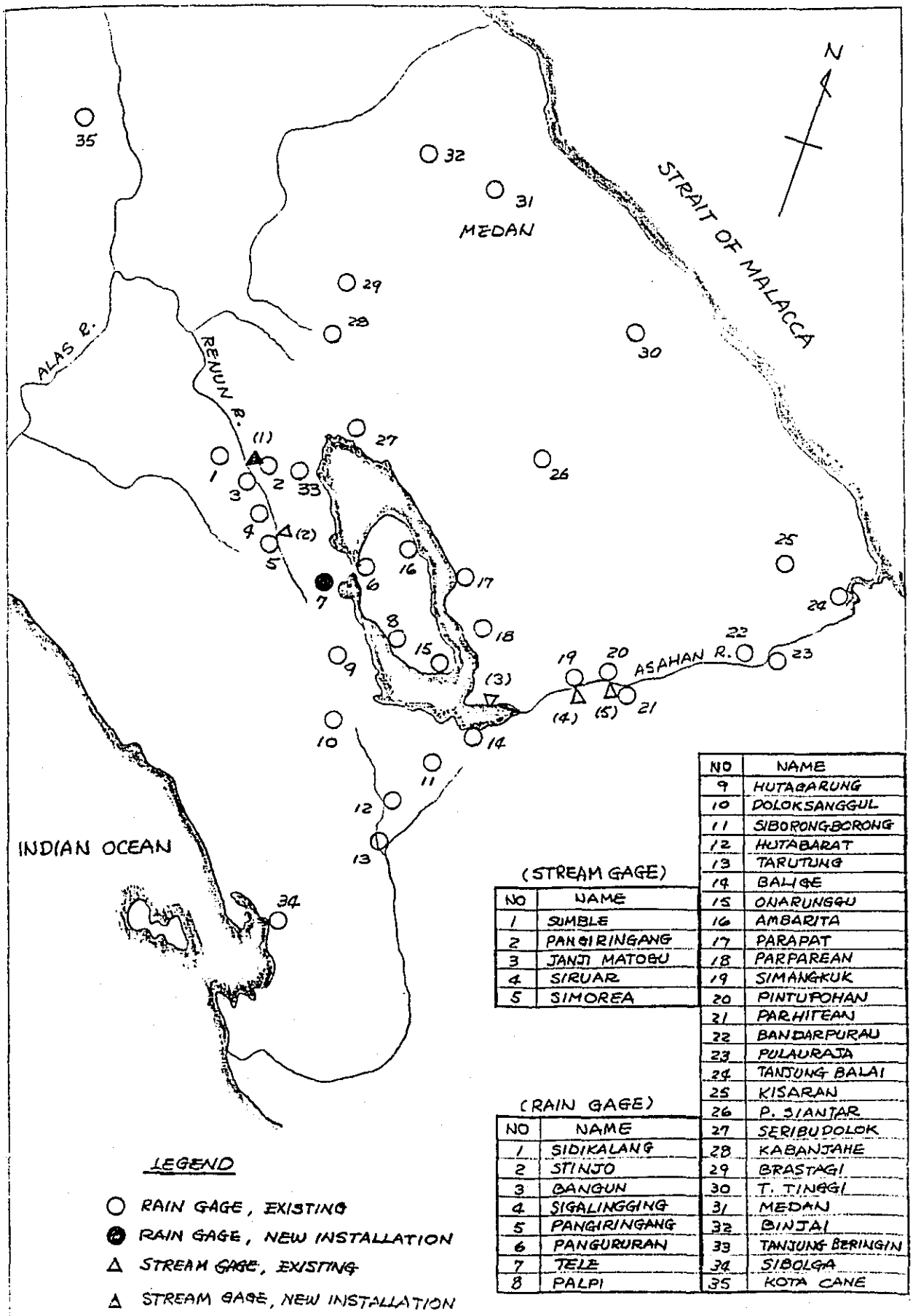


FIG. 2.2
GEOLOGICAL MAP



(STREAM GAGE)

NO	NAME
1	SUMBLE
2	PANGIRINGANG
3	JANJI MATOGU
4	SIRUAR
5	SIMOREA

(RAIN GAGE)

NO	NAME
1	SIDIKALANG
2	STINJO
3	BANGUN
4	SIGALINGGING
5	PANGIRINGANG
6	PANGURURAN
7	TELE
8	PALPI
9	HUTAGARUNG
10	DOLOKSANGGUL
11	SIBORONGBORONG
12	HUTABARAT
13	TARUTUNG
14	BALIGE
15	ONARUNGGU
16	AMBARITA
17	PARAPAT
18	PARPAREAN
19	SIMANGKUK
20	PINTUPOHAN
21	PARHITEAN
22	BANDARPURAU
23	PULAURAJA
24	TANJUNG BALAI
25	KISARAN
26	P. SIANTAR
27	SERIBUDOLOK
28	KABANJAHE
29	BRASTAGI
30	T. TINGGI
31	MEDAN
32	BINJAI
33	TANJUNG BERINGIN
34	SIBOLGA
35	KOTA CANE

FIG. 2.3 LOCATION OF RAIN AND STREAM GAGES

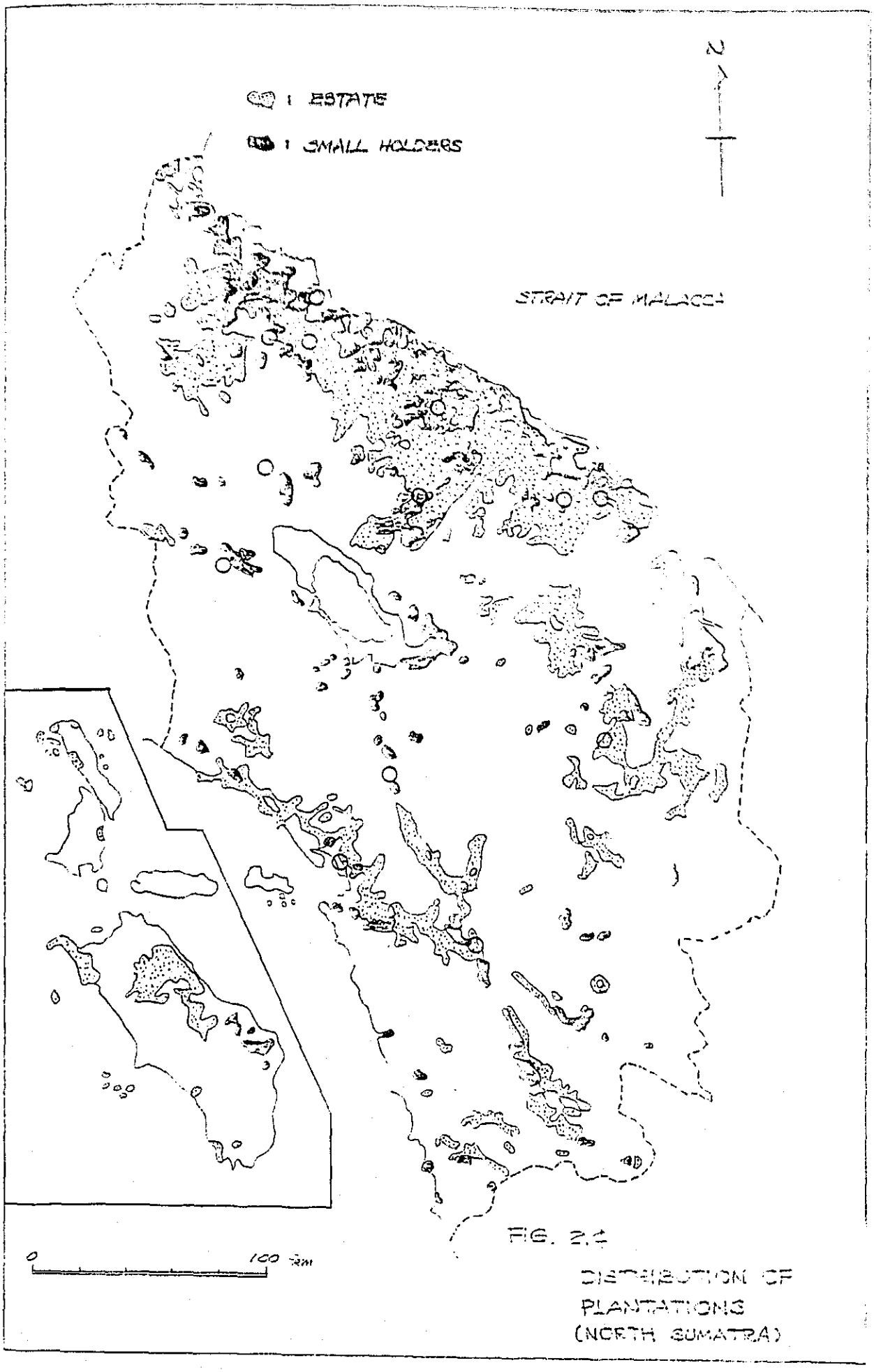
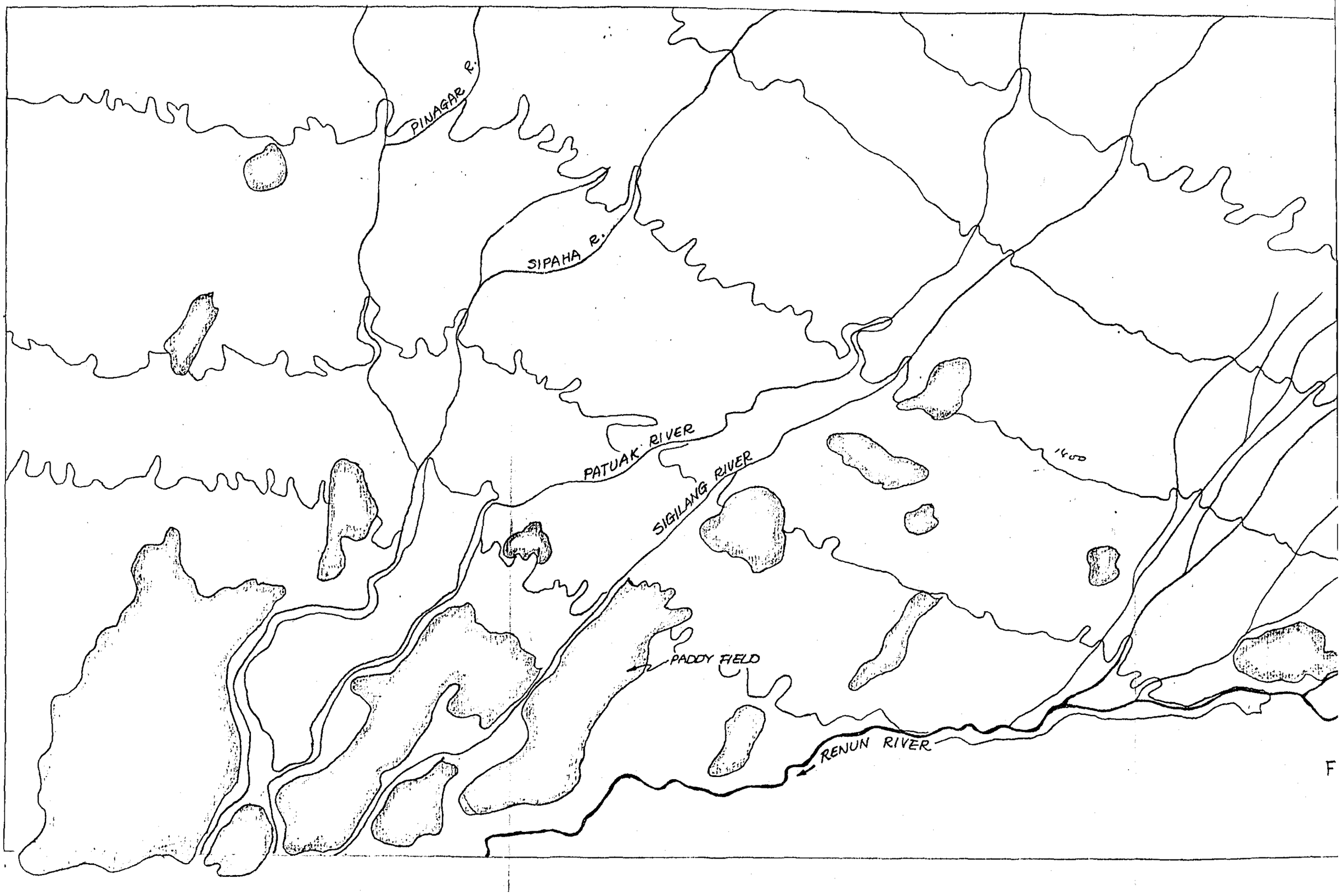


FIG. 2.4

DISTRIBUTION OF PLANTATIONS (NORTH SUMATRA)


PINAGAR R.
SIPAHA R.
PATUAK RIVER
SIGILANG RIVER
1400
PADDY FIELD
RENUN RIVER
F

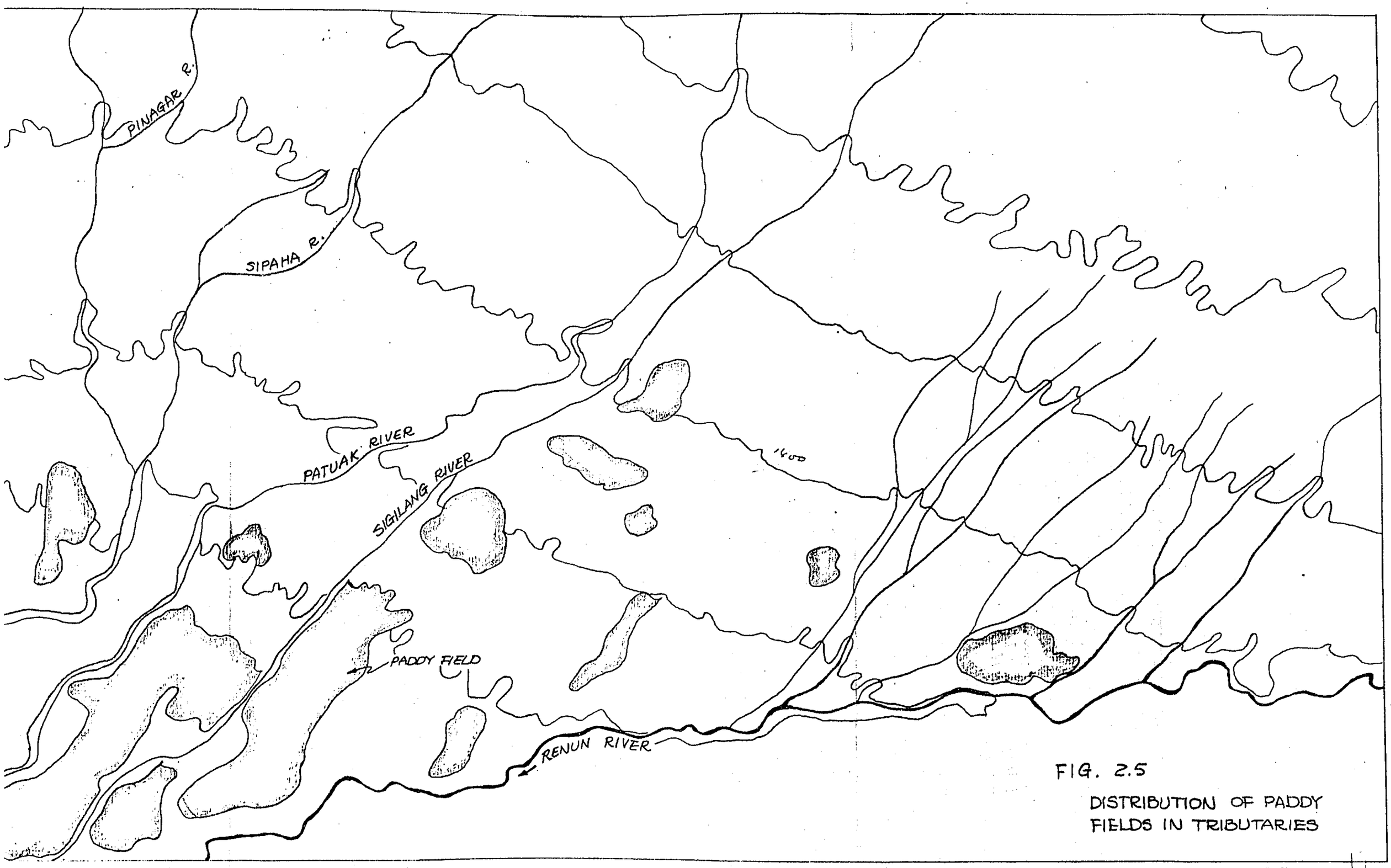


FIG. 2.5

DISTRIBUTION OF PADDY FIELDS IN TRIBUTARIES

第３章　電力市場調査

３．１ プロジェクト地域における既存電力供給系統

３．１．１ 発電設備

プロジェクト地域（北スマトラ州及び送電線が1988年に完成すればランサを含む）の電力供給系統は次の 3系統より成る。

1)PLN 第Ⅱ区の電力供給系統（公有）

2)工場及び大規模農園所有の電力供給系統（私有）

3)P.T.Inalum所有のアルミニウム精錬用電力供給系統（私有）

１）ＰＬＮ第Ⅱ区

PLN 第Ⅱ区系統は北スマトラ州の電力供給を受持っている。現在需要の中心はこの地域の北部，特にメダンとその付近に集中し，大部分の発電設備は，これら需要地近くに設置されている。第Ⅱ区の電力供給系統は，メダン，ビンジャイ，プマタン・シアンタール及びシボルガの 4小区に分れている。

PLN 第Ⅱ系統の総発電設備容量は1983年3 月現在で，185,160kw である。各小区における発電設備容量，供給可能容量，およびピーク負荷の内訳は表 3.1に示す通りである。また発電設備の構成は，表 3.2に示すとおりである。

表３．１　ＰＬＮ第Ⅱ地区の既存発電設備

（1983年 3月現在）

小　　区	台　数	発電設備容量 (kW)	供給可能容量 (kW)	ピーク負荷 (kW)
メダン	15	137,428	101,050	96,500
ビンジャイ	51	11,197	9,511	5,332
プマタン・シアンタール	61	25,042	19,669	15,966
シボルガ	53	11,493	9,275	5,730
合　　計	180	185,160	139,505	123,528

表3．2　PLN第Ⅱ地区の発電設備の構成（1983年 3月現在）

種　　類	台　数	発電設備容量 (kW)	供給可能容量 (kW)	ピーク負荷 (kW)
ガスタービン				
メダン	6	104,592	79,000	75,800
小　計	6	104,592	79,000	75,800
ディーゼル				
メダン	9	32,836	22,050	20,700
ビンジャイ	50	11,117	9,446	5,288
プマタン・シアンタール	61	25,042	19,669	15,966
シボルガ	51	11,373	9,275	5,730
小　計	171	80,368	60,440	47,684
水　力				
ビンジャイ	1	80	65	44
シボンガ	2	120	—	—
小　計	3	200	65	44
合　計	180	185,160	139,505	123,528

2）工場及び大規模農園

PLN 所有の発電設備に加えて，北スマトラ州にある製造，加工業の工場は自家発電設備を保有している。さらにいくつかの工場では，電力の代りに動力源として動力用機関を所有している。

北スマトラ州工業局発行の1981年の統計年報によると，動力用設備の概要は表 3.3 に示す通りである。

さらに，ゴム，油やし，やし等などを栽培する大小さまざまな規模の農園では，独自の発電機を持つ電力供給系統を所有している。今回収集した資料及び情報を解析した結果，農園 1ヘクタール当りの発電設備容量は， 0.2kWと推測される。したがって，総面積 760,000ヘクタールに及ぶ農園で所有されている発電機の総設備容量は若干の潜在保有者を含め，1981年現在で， 152,000kW，電力量で380GWhに達すると考えられる。

従って工場及び農園での発電設備容量の合計は 326,000kWとなる。

さらに，登録済み待機需要者並びに潜在化している電力需要の合計は1983年現在で，283,000kVA 即ち230,000kW に達すると見積られている。

表3．3　工業用の発電機及び動力用機関（1981）

項　　目	工業の種類 消耗品生産	小工業	基幹工業	化学工業	合　計
1. 工場数	994	35,343	108	103	36,548
2. 発電機 (kVA)	8,796	6,559	24,933	1,495	41,783
3. 動力用機関1/ (HP)	164,600	25,117	30,572	7,333	227,622
4. 動力用機関 (kVA相当)	126,615	19,321	23,517	5,641	175,094
合　計 (kVA)	135,411	25,880	48,450	7,136	216,877
合　計 (kW 相当) 2/	108,329	20,704	38,760	5,709	173,502

3）PT　Inalum

PT Inalum はクアラタンジュンに新設されたアルミニウム精錬工場用に，1978年から1983年にかけシグラグラ及びタンガ両発電所を建設した。シグラグラ，タンガ両発電所の総発電設備容量は，603,000kW でそのうち50,000kWはPLN 第Ⅱ区系統に売渡すことになっている。両発電所は275kV の専有送電線により，クアラタンジュンのアルミニウム精錬工場と結ばれている。

4）その他（州政府による農村地区の電化）

中央政府が推進している農村電化計画の進展に伴ない，PLN 第Ⅱ区でも農村部に多数の発電機を設備してきた。これらの発電機の総設備容量は，PLN 第Ⅱ区の発電設備に含まれている。他方これとは別に，州政府は農村部に18基のディーゼル発電機を設置し，独自で運転を行なっている。その設備容量は合計で2,107kVA(1,600kW) である。

5）合計

プロジェクト地域（北スマトラ州）内の発電設備容量とピーク負荷は表 3.4に要約される。

1/　：　HP／kVA の換算率は 1／ 1.3と仮定

2/　：　kVA ／kWの換算率は 0.8と仮定

表3．4　発電設備合計

所　有　者	設備容量 (kW)	ピーク負荷 (kW)
1. PLN 第Ⅱ区	185,000	124,000
2. 工場と農園	326,000	230,000 1/
3. .PT Inalum	603,000	510,000 2/
4. そ の 他	1,600	1,100 1/
合　計	1,115,600	865,100

3．1．2　送電線と配電線

PLN 第Ⅱ区の送電線電圧は150kV で，配電線網には20kV，7kVおよび6kV が使用されている。又個々の消費者に電力を供給するために，380V,220v 及び127V配電線も使用されている。既存の送電線及び配電線の概要を表 3.5に示す。

数年前までの送電線網は，PLN 第Ⅱ区最大の電力市場であるメダン地区のみを含むだけで，他地域は箇別に，20kVから 6kV配電線で送電なされていた。しかしながら，

近年，メダン，プラスタギ，ティビンティンギ，ペマタン・シアンタール，キサラン等の主要都市を結ぶために，150kV 送電線網が精力的に拡張されている。さらに地域の配電線網を形成するため，電力消費地間を20kVの配電線により結合しつつある。

これらPLN の送電線網に加えて，全長 120Kmに及ぶ，送電々圧275kV の 2回線TACSR 330平方ミリメートル複導体送電線が，シグラグラ／タンガ両発電所（アサハン第2発電所）とアルミニウム精錬用のクアラタンジュン変電所を結ぶため，1981年PT Inalum により建設された。

1/ ： ピーク負荷率は 0.7と仮定

2/ ： PLN 系統用の50,000kWを含む

表3．5　送電線および配電線（PLN 第Ⅱ区）

（1983 年12月現在）

ルートおよび区域 自　　至	回　線　数	延　　長 （Km）	供用開始年
1. 150kV 送電線			
パヤパシルーパヤゲリ	1	21.3	1978
パヤケリーティティクニン	1	30.4	1978
パヤパシルーメダンティムル	1	23.5	1983
パヤパシルーシカナン	2	6.2	1983
計		81.4	
2. 20kV配電線			
メダン		1,275.2	
ビンジャイ		291.9	
プマタンシアンタール		425.8	
シボルガ		80.1	
計		2,073.0	
3. 7kV 配電線			
メダン		94.4	
ビンジャイ		—	
プマタンシアンタール		—	
シボルガ		—	
計		94.4	
4. 6kV 配電線			
メダン		—	
ビンジャイ		139.0	
プマタンシアンタール		80.7	
シボルガ		299.4	
計		519.1	
5. 380 ／ 220／127V配電線			
メダン		1,462.2	
ビンジャイ		755.5	
プマタンシアンタール		777.4	
シボルガ		648.4	
計		3,643.5	
合　　計		6,411.4	

3．1．3 変電設備

1983年現在，150／20kV変電設備はPLN 第Ⅱ区用としてメダンの電力需要地近くの4箇所に設置されている。その詳細を表 3.6に示す。

表3．6 既設変電設備(PLN第Ⅱ区)

場　　所	変圧器容器×台数 (kVA)	電　　圧 (kV)	供用開始年
1. パヤパシル	30,000× 2	150／20	1978
2. ティティクニン	30,000× 1	150／20	1978
3. パヤゲリ	30,000× 1	150／20	1978
4. メダンティムル	30,000× 1	150／20	1983

上記のPLN の変電設備の外，824,000kVAのクアラタンジュン変電所がPT Inalum により1981年建設された。

3．2 プロジェクト地域の電力需要

3．2．1 過去および現在の電力消費量

ルヌンプロジェクトが供給することになっている電力市場は，PLN 第Ⅱ区地域であって，北スマトラ州とアチェ州の一部より成っている。アチュ州への送電線は，1988年までに完成する予定である。

プロジェクト地域内の電力消費量は，以下の三つに大別される。

1)PLN 第Ⅱ区系統内の電力消費量

2)工場及び農園による電力消費量

3)PT Inalum による電力消費量

1970年から1980年に至る過去10年間は，PLN 第Ⅱ区系統の電力消費量もそれほど大きくなく，主として住宅用，商業用および公共用の電力消費であった。実際，1977年から1980年の間，住宅，商業および公共用の電力消費量は，全電力消費量の85ないし90パーセントを占めてきた。残りは表 3.8に要約されているように工業用であった。

一般に，インドネシアの電力市場における需要は，工場や農園所有の個々の電力供給系統を含む，送電線および配電線網の拡張と歩調を合せつつ，増加してきた。さらに，農村電化政策によっても，電力需要の増加が加速された。現在は北スマトラ州の工業化の促進に伴ない，電力需要も著しく増加しつつある。

PLN 第Ⅱ区の電力消費量，需要家戸数等の概要を表 3.7に示す。

住宅用，商業／公共用（非工業）および工業用消費者の用途別販売電力量及び需要家戸数は，表 3.8に示す通りである。

さらに合計約 326,000V の電力設備容量と約230,000kV のピーク負荷を持つ工場及び農園の私有発電設備の運転により，発生電力ベースで，約 815×10^6 kWh／年2/の電力量が消費されているものと見積られる。

さらにPT Inalum のアルミニウム精錬用電力消費量は1982年から1985年まで年々増加し，最終的には約 $3,600\times10^6$ kWh／年に達し，その後は一定となる。

れらを合計すると，1980年に $1,200\times10^6$ kWh／年のレベルにある当プロジェクト地域の発生電力量の合計は，1985年には約 $5,000\times10^6$ kWh／年に増加する見込みである。

表 3.7および表 3.8を用いて，PLN 第Ⅱ区における発生電力量と販売電力量の比（有効消費比率）ならびに，住宅／商業／公共用（非工業用）需要家および工業用需要家 1戸当り電力消費量を算出した結果を表 3.9および表 3.10 に示す。

表３．７　電力消費量および需要家戸数等（PLN 第Ⅱ区）

年　度	販売電力量 (GWH)	増加率 (%)	発生電力量 (GWh)	ピーク負荷 (kw)	増加率 (%)	負荷率	需要家戸数
1970	75.3	—	—	—	—	—	48,345
1971	85.6	13.7	—	—	—	—	49,531
1972	89.2	4.2	—	—	—	—	51,191
1973	96.1	7.7	—	—	—	—	54,846
1974	97.1	1.9	—	—	—	—	61,782
1975	105.9	8.2	—	27,600	—	—	63,440
1976	117.3	10.8	158.4	31,300	13.4	57.8	66,986
1977	139.4	18.8	197.8	40,000	27.8	56.4	81,639
1978	180.5	29.5	257.0	53,600	34.0	54.7	111,352
1979	265.0	46.8	333.7 1/	72,100	34.5	52.8	150,587
1980	368.6	39.1	421.7 1/	94,300	30.8	51.0	188,683
1981	409.7	11.2	543.7 1/	108,400	15.0	57.3	232,371
1982	466.6	13.9	627.7	123,500	13.9	58.0	271,132
1983	507.0	8.7	—	—	—	—	305,590

1/ ：　他系統から供給された電力量および自宅消費量を含む。

2/ ：　年間発電時間は 2,500時と仮定

表3．8　用途別販売電力量および需要家戸数（PLN 第Ⅱ区）

年度	販売電力量(GWh)			需要家戸数			
	非工業用	工業用	計	住宅用	商業／公共用	工業用	計
1977	123.4	16.0	139.4	67,244	14,003	390	81,639
	(88.5%)	(11.5%)	(100%)				
1978	156.9	23.6	180.5	94,120	16,769	463	111,352
	(86.9%)	(13.1%)	(100%)				
1979	227.8	37.2	265.0	131,047	18,970	570	150,587
	(86.0%)	(14.0%)	(100%)				
1980	311.4	57.2	368.6	165,837	22,100	746	188,683
	(84.5%)	(15.5%)	(100%)				
1981	316.5	93.3	409.7	207,225	24,531	615	232,371
	(77.2%)	(22.8%)	(100%)				
1982	347.5	119.1	466.6	243,752	26,324	1,056	271,132
	(74.5%)	(25.5%)	(100%)				
1983	377.7	129.3	507.0	274,585	29,714	1,191	305,490
	(74.5%)	(25.5%)	(100%)				

表3．9　発生電力量と販売電力量の比（PLN 第Ⅱ区）

年　度	発生電力量 (GWh)	販売電力量 (GWh)	発生電力量と販売電力量の比
1976	158.4	117.3	0.741
1977	197.8	139.4	0.705
1978	257.0	180.5	0.702
1979	333.7	265.0	0.794
1980	421.7	368.6	0.874
1981	543.7	409.7	0.754
1982	627.7	466.6	0.743
1983	—	507.0	—

第3．10　需要家1戸当り電力消費量（PLN N第Ⅱ区）

年　度	販売電力量(GWh)		需要家戸数		一戸当り電力消費量(kWh/ 戸)	
	非工業	工　業	非工業	工　業	非工業	工　業
1977	123.4	16.0	67,244	390	1,835	40,816
1978	156.9	23.6	94,120	463	1,667	50,972
1979	227.8	37.2	131,047	570	1,738	65,263
1980	311.4	57.2	165,837	746	1,878	76,676
1981	316.5	93.3	207,225	615	1,527	151,707
1982	347.5	119.1	243,752	1,056	1,426	112,784
1983	377.7	129.3	274,585	1,191	1,376	108,564

3．2．2　電　化　率

ＰＬＮ第Ⅱ区地域に該当する北スマトラ州全域の電化率を北スマトラ州の人口，需要家戸数及び一戸当り人数を用いて算出した。なお一戸当り人数は，1977年から1979年の間と1982年及び1983年の統計資料が利用できないので，各々一戸当り 5.4人および 5.3人と仮定した。このようにして概算した電化率を表 3.11 に示す。

表3．11　電化率（ＰＬＮ第Ⅱ区）

年　度	人口（北スマトラ州）	世帯数	一世帯当り人口	需要家戸数（住居用）	電化率(%)
1977	7,754,627	1,436,000	5.4	67,244	4.7
1978	7,953,817	1,473,000	5.4	94,120	6.4
1979	8,155,928	1,510,000	5.4	131,047	8.7
1980	8,350,950	1,548,323	5.39	165,837	10.7
1981	8,489,614	1,590,797	5.34	207,225	13.0
1982	8,594,137	1,622,000	5.3	243,752	15.0
1983	8,792,000	1,659,000	5.3	274,585	16.6

3．2．3 負荷変動

ＰＬＮ第Ⅱ区系統の時間的負荷変動の典型は，全系統のほぼ80パーセントを占めるメダン系統のものにより代表され，表 3.12 および図 3.2に示す通りである。

表3．１２ 時間的負荷変動（ＰＬＮ第Ⅱ区）

時　刻（時）	負　荷(kW)	時刻（時）	負荷(kW)
6:00	71,000	18:000	67,000
7:00	68,000	19:00	89,000
8:00	69,000	20:00	96,000
9:00	71,000	21:00	98,000(最大)
10:00	67,000	22:00	91,000
11:00	71,000	23:00	86,000
12:00	67,000	24:00	71,000
13:00	67,000	1:00	67,000
14:00	69,000	2:00	66,000(最小)
15:00	68,000	3:00	67,000
16:00	68,000	4:00	71,000
17:00	69,000	5:00	72,000

上表によれば，ピーク負荷は通常夕方18時頃から始まり，21時頃にピークに達し，真夜中の24時頃ベース負荷に落着く。ピーク負荷の継続時間は 5,6時間である。これ以外の時間はベース負荷を形成し，負荷の変動はそれほど著しくない。ピーク負荷の季節的な変化は熱帯気候のためわずかである。

工場や農園の所有する，上記以外の電力設備における負荷の変動は，ＰＬＮのメダン系統の場合とほとんど同様であると考えられるが，PT Imalum 系統は，アルミニウム精錬用の電力消費量が莫大なため負荷の変動はほとんどゼロに近いと思われる。

3．2．4 電力料金

全国に適用されるＰＬＮの電力料金は17種類に区分される。各区分の基本料金および使用料金は表３．１３に示す通りである。

ＰＬＮ第Ⅱ区の平均電気料金を電力料金収入と販売電力量の各合計から計算すると，次表３．１４のようになる。

表3．13　電力料金（PLN）

区　分	供給電力量		基本料金（ルピア／kVA）	使用料金（ルピア／kVh）
1．公用，小口	(S1)	200VA	－	1,240-4,020 1/
2．公用，並通	(S2)	250VA-200kVA	1,600	35.00
3．家庭用，極小口	(R1)	250-500VA	1,600	56.00
4．家庭用，小口	(R2)	501-2,200VA	1,600	67.00
5．家庭用，並通	(R3)	2,201-6,600VA	2,800	97.00
6．家庭用，大口	(R4)	6.601VA以上	2,800	117.50
7．商業用，小口	(U1)	250-2,200VA	2,800	99.50
8．商業用，並通	(u2)	2,201VA-200kVA	2,800	108.50
9．商業用，大口	(U3)	201kVA以上	1,750	70.00 2/- 111.00 3/
10．商業用，臨時	(U4)	－	－	221.00
11．工業用，小口(1)	(I1)	3.8-99kVA	1.750	51.00 2/- 81.50 3/
12．工業用，小口(2)	(I2)	100-200kVA	1,750	48.00 2/- 77.00 3/
13．工業用，並通	(I3)	201kVA以上	1,600	43.00 2/- 68.50 3/
14．工業用，大口	(I4)	5,000kVA以上	1,500	37.00 2/- 58.00 3/
15．事務所用，小口	(G1)	250VA-200kVA	2,800	71.00
16．事務所用，並通	(G2)	201kVA以上	1,500	47.00 2/- 72.00 3/
17．街灯用	(J)	－	－	56.50

表3．14　平均電力料金（PLN 第Ⅱ区）

区　分	総電力料金収入（10^6 ルピア）	総販売電力量（10^6 kWh）	平均電力料金（ルピア／kWh）
1. 住宅	13,028.3	211.8	61.5
2. 商業，公共	6,062.8	125.5	48.3
3. 工業	9,341.1	129.3	72.2
合計（平均）	28,432.2	466.6	(60.9)

1/　：ルピア／月
2/　：昼間使用料金
3/　：夜間使用料金

3．3 電力需要予測

3．3．1 プロジェクト地域における電力需要の今後の動向

プロジェクト地域における今後の電力需要は，都市および農村の電化の促進ならびに工業化によって支えられるものと思われれる。今後の主要な電力需要地は，農村の電化が広範囲にわたり，精力的に進められているが，やはり現在と同様，メダン－ベラワン地区およびプマタン・シアンタール － ティビンティンギ － キサラン地区であると考えられる。

上記の主要な需要地を含む北スマトラ州およびアチェ州南東部の工業化は，ジャカルタ，スラバヤ（東部ジャワ）地区に次ぐ，最優先開発地域としてインドネシア政府が取り上げている。それ故この地域には，今後消費物資製造業，農園からの生産物を用いた農産物加工業，石油化学工業，アルミニウム精錬に伴なう関連工業などが配置され，それに伴ない電力需要は増加するものと思われる。

更にPLN 第Ⅱ区に登録済みの待機需要者による合計280,000kVA(230,000kW) に及ぶ潜在需要は今後PLN の第Ⅱ区電力市場に包括されるものと思われる。これらの待機需要者は，未登録需要者と同様，主要な工場及び農園より成っている。この他，油やし農園には通常石油燃焼ボイラがあり，これらは安価な電力が供給されるようになれば，電気式ヒーターに置き換えられるものと思われる。

また，PT Inalum は，基本協定書に規定されているように，アルミニウム精錬設備の増設計画を持っている。同社が，現在のアルミニウム生産量と同じ，年間75,000トンのアルミニウム・インゴット生産ラインを 1ラインを増設すれば， 140,800kWの電力が必要となり，また 2ライン増設すれば，281,600kW の電力が必要となる。

電力需要予測は次の 4グループにつき個別に行ない，最後に合計を行なうものとする。

1) PLU 第Ⅱ区の電力需要
2) 工業用の電力需要
3) 農園の電力需要
4) PT Inalum のアルミニウム精錬用電力需要

3．3．2 ＰＬＮ第Ⅱ区の電力需要予測

PLN 第Ⅱ区の電力需要予測は，PLN の電力料金区分に従い，まず工業用需要と非工業用需要即ち住宅，商業及び公共用需要に分け，送電線及び配電線網の拡大に伴ない加速的に増加している電化率と 1戸当りの電力消費量をもとに非工業用需要の予測を行なう。PLN 第Ⅱ区で現在供給している工業用需要は，一括して次節の工業用の電力需要に含める。

現在，プロジェクト地域で15ないし20パーセントのレベルにある電化率は，50パー

セント程度に伸びるものと予想される。非工業用電力消費者の 1戸当り消費量は，1980年時点で 1,700 ― 1,800kWh／戸／年のレベルにあったが，現在は 1,400 ― 1,500kWh／戸／年のレベルに低下している。長期的にはさらに低下して1,300kWh／戸／年程度になるものと予測される。というのは，電化が進むにつれ，小口消費者数が，特に農村部で増加することによる。

PLN 第Ⅱ区の電力需要予測（非工業用需要）は，次下に要約を述べるような手法で行なう。

1）人 口 予 測

1961年から1982年における人口調査とレプリタⅣ，1984年ー1988年（経済開発 5ヶ年計画）の資料を用いて1983年から1995年までの北スマトラ州人口の社会的増加率を推測する。その概要は以下の通りである。

人口増加率			(0/00)
1961	―	1971	29
1971	―	1982	24
1982	―	1985	23
1985	―	1990	22
1990	―	1995	21

上記の人口増加率と1982年の人口調査資料を用いて，1983年から1995年までの北スマトラ州の人口を予測する。

2）世帯数の概算

世帯数は，1980年および1981年に，人口調査と同時に調査されたので，利用できる。そこで，レプリタⅣの資料も加え，世帯数と人口から，1977年ー1979年及び1982年ー1995年における一世帯当りの人数を推定すると以下の通りである。

一世帯当りの人数			
1977	―	1979	5.4 人
1980			5.39 人
1981			5.34 人
1982	―	1984	5.3 人
1985	―	1987	5.2 人
1988	―	1990	5.1 人
1991	―	1995	5.0 人

算定した一世帯当りの人数と予測人口から，1977年 ― 1979年間及び1982年 ― 1995年間の世帯数を算出する。

3）北スマトラ州の電化率の予測

1977年から1983年までの世帯数と需要家戸数用いて，まず1977年から1981年までの電化率を計算し，外挿法を用いて1984年から1995年までの電化率を予測する。

4）需要家戸数の予測

1984年から1995年までの電化率を用いて，同期間の需要家戸数を予測する。

5）需要家一戸当り電力消費量の予測

1977年から1983年までの販売電力量（非工業用需要）と需要家戸数を用いて，まず同期間の一戸当り電力消費量を求め，次に外挿法を用いて予測を行なう。その結果によると，1984年には1,320kWh／戸，1985年以後には1,300kWh／戸と予測される。

6）所要電力量の予測（ＰＬＮ第Ⅱ区系統）

需要家戸数と需要家一戸当りの電力消費量を用いて，1984年から1995まで，非工業需要家が必要とする電力量を予測する。予測結果を表 3.15 に示す。

3．3．3　工業用電力の需要予測

プロジェクト地域における工業用電力の需要予測は，工業生産額と単位工業用電力消費量を基に行なう。それ故現在工業用としてPLN 第Ⅱ区から供給されている電力需要は，全て本節の需要予測に含まれるものと仮定する。予測の手法は，以下に要約する通りである。

1）工業部門の地域総生産と工業生産額の予測

北スマトラ州における工業部門の地域総生産に関する公称価格（1975年から1982年まで）ならびに1975年価格の資料および1975年と1981年を 100とする価格変換係数を用いて，まず1975年度から1982年までの工業部門における地域総生産を計算する。次に下記のような，地域総生産の推定増加率を用いて，1995年度までの地域総生産を予測する。

年　　度	増加率（％）
1975－1982	9.2（平均）
1983－1985	9.5
1986－1995	10.0

表3．15　非工業用電力需要予測（ＰＬＮ第Ⅱ区）

年　度	人　口 北スマトラ	人　口 増加率(0/00)	世帯数	一世帯当りの人数	需要家戸数	電化率 (%)	需要家一戸当りの電力需要	非工業用電力需要	備　考
1975	7,365,008	26.5	1,339,000	5.5	60,300	4.5	2,000	120.6	
1976	7,558,357	26.3	1,374,000	5.5	−	−	−	−	
1977	7,754,627	26.0	1,436,000	5.4	67,244	4.7	1,835	123.4	
1978	7,953,817	25.7	1,473,000	5.4	94,120	6.4	1,667	156.9	
1979	8,155,928	25.4	1,510,000	5.4	131,047	8.7	1,738	227.8	
1980	8,350,950	23.9	1,548,323	5.39	165,837	10.7	1,878	311.4	
1981	8,489,614	16.6	1,690,797	5.34	207,225	13.0	1,527	316.4	
1982	8,594,137	12.3	1,622,000	5.3	243,752	15.0	1,426	347.5	
1983	8,792,000	23.0	1,659,000	5.3	274,585	16.0	1,376	377.7	
1984	8,994,000	23.0	1,697,000	5.3	339,000	20.0	1,320	447.5	
1985	9,201,000	23.0	1,769,000	5.2	398,000	22.5	1,300	517.4	
1986	9,403,000	22.0	1,808,000	5.2	452,000	25.0	1,300	587.6	
1987	9,610,000	22.0	1,848,000	5.2	508,000	27.5	1,300	660.4	
1988	9,821,000	22.0	1,926,000	5.1	578,000	30.0	1,300	751.4	
1989	10,037,000	22.0	1,968,000	5.1	649,000	33.0	1,300	843.7	
1990	10,258,000	22.0	2,011,000	5.1	724,000	36.0	1,300	941.2	
1991	10,473,000	21.0	2,095,000	5.0	817,000	39.0	1,300	1,062.1	
1992	10,693,000	21.0	2,139,000	5.0	898,000	42.0	1,300	1,167.4	
1993	10,918,000	21.0	2,184,000	5.0	983,000	45.0	1,300	1,277.9	
1994	11,147,000	21.0	2,229,000	5.0	1,092,000	49.0	1,300	1,419.6	
1995	11,381,000	21.0	2,276,000	5.0	1,206,000	53.0	1,300	1,567.8	

表3．16 工　業　生　産　額

（単位：10^6 ルピア）

年　度	地域総生産（工業部門）		変換係数		地域総生産（工業部門）増加率			付加価値係数	工業生産額	備　考
	公称価格	1975年価格	1981=100	1981=100	1981年価格	(%)				
1975	43.3	43.3	100.0	41.5	104.3			0.287	363.4	出典：　地域総生産
1976	54.2	46.3	117.1	48.6	111.5	6.9		0.287	388.5	北スマトラ州統計局
1977	68.9	52.9	130.2	54.1	127.4	14.3		0.287	443.9	1975-1982
1978	87.7	61.0	143.8	59.7	146.9	15.3		0.287	511.8	
1979	119.4	63.0	189.5	78.7	151.7	3.3	9.2	0.287	528.6	1/：　工業年報
1980	151.2	66.0	229.1	95.1	159.0	4.8		0.287	554.0	1981/1982
1981	177.5	73.7	240.8	100.0	177.5	11.6		0.287	618.8	1/　北スマトラ州工業局
1982	209.0	80.2	260.6	108.2	193.2	8.8		0.30	644.0	
1983					211.6	9.5		0.30	705.3	
1984					231.7	9.5		0.30	772.3	
1985					253.7	9.5		0.30	845.7	
1986					279.1	10.0		0.30	930.3	
1987					307.0	10.0		0.30	1,023.3	
1988					337.7	10.0		0.30	1,125.7	
1989					371.5	10.0		0.30	1,238.3	
1990					408.7	10.0		0.30	1,362.3	
1991					449.6	10.0		0.30	1,498.7	
1992					494.6	10.0		0.30	1,648.7	
1993					544.1	10.0		0.30	1,813.7	
1994					598.5	10.0		0.30	1,995.0	
1995					658.4	10.0		0.30	2,194.7	

こうして得られた工業部門の地域総生産を用い，付加価値係数を1975年度から1981年度は 0.287 1/，1982年度から1995年度は 0.3と仮定し，表 3.16 に示すように年間工業生産額を算出する。

2）工業生産額10億ルピア当りの所要電力量の算定

現時点（1981年度）での工業生産額と工業用電力ならびにエンジン動力の資料を用いて，北スマトラ州における工業用の所要単位電力を表 3.17 ように各種の工業につき算定する：

3）工業部門の所要電力量の予測

工業生産額と前節で算定した単位電力をもとに，1975年から1995年までの，工業部門で必要とされる電力量を算出する。年間の稼働時間は 2,500時間と仮定している。表 3.18 にその結果を示す。

表3．17 工業用所要単位電力

項目	軽工業	家内工業	金属及び機械工業	化学工業	合計または平均
1. 工業生産額 (10^6 ルピア)	426,145	100,162	77,496	14,951	618,754
2. エンジン動力(HP)	164,600	25,117	30,572	7,333	227,622
設備 (KVA)	126,612	19,321	23,517	5,641	175,094
3. 電力設備(KVA)	8,796	6,559	24,933	1,495	41,783
4. 電力換算 (KVA)	135,411	25,880	48,450	7,136	216,877
合計 (KW)	108,329	20,704	38,760	5,709	173,502
5. 単位電力 (KW/10^9 ルピア)	254	207	500	382	280(300)

1/： $\frac{\text{工業部門の総生産(1981)}}{\text{工業生産額}} = \frac{177.5(10^9 \text{ ルピア})}{618.8(10 \text{ ルピア})} = 0.287$

表3．18　工業部門の所要電力量

年度 量	工業生産物 (10^9 ルピア)	所要単位電力 (kW/ 10^9 ルピア)	所要電力 (kW)	所用電力 (GWh)
1975	363.4	300	109,000	272.5
1976	388.5	300	117,000	292.5
1977	443.9	300	133,000	332.5
1978	511.8	300	154,000	385.0
1979	528.6	300	159,000	397.5
1980	554.0	300	166,000	415.0
1981	618.8	300	186,000	465.0
1982	644.0	300	193,000	482.5
1983	705.3	300	212,000	530.0
1984	772.3	300	232,000	580.0
1985	845.7	300	254,000	635.0
1986	930.3	300	279,000	697.5
1987	1,023.3	300	307,000	767.5
1988	1,125.7	300	338,000	845.0
1989	1,238.3	300	371,000	927.5
1990	1,362.3	300	409,000	1,022.5
1991	1,498.7	300	450,000	1,125.0
1992	1,648.7	300	495,000	1,237.5
1993	1,813.7	300	544,000	1,360.0
1994	1,995.0	300	599,000	1,497.5
1995	2,194.7	300	658,000	1,645.0

3．3．4　農園用電力の需要予測

プロジェクト地域における農園用電力の需要予測は，農園の総面積と農園面積に関連する単位電力消費量をもとに行なう。予測の手法を以下に簡単に述べる。

1）　農園の総作付面積の予測

プロジェクト地域内の農園には，大規模所有農園と多数の小規模所有農園がある。今までの資料を見ると，農園の作付面積は，年々約3パーセントの割合で増加してきた。この年間増加率は，今後も変わらないものと思われる。それ故，農園の作付面積は表 3.19 に示すように予測される。

2） 農園の作付面積1ヘクタール当りの所要電力の算定

作付面積と調査団が任意に収集した農園の電力設備に関する資料を使って算定した農園の所要単位電力は表 3.20 の通りである。

3） 農園の所要電力量の予測

農園の作付面積および所要単位電力を用いて、1975年から1995年までの間に農園で必要な総電力量を算定する。計算には、電力設備の年間稼働時間を 2,500時間と仮定する。農園の所要電力量は、表 3.21 に示す通りである。

表3、19 農園の総作付面積

年 度	作付面積（ヘクタール） 大規模所有	小規模所有	合 計		増加率(%)
1969	192,462				
1970	201,158				
1971	205,063				
1972	202,403				
1973	208,944				
1974	213,345				
1975	225,670	393,193	618,863		−
1976	240,477	391,257	631,734		2.1
1977	235,973	405,693	641,666		1.6
1978	249,618	409,234	658,852		2.7
1979	265,017	435,664	700,681	平 均	6.3
1980	289,327	448,136	636,463	2.53%	5.2
1981	312,538	463,812	776,350		5.3
1982	269,745	467,541	737,286		-5.0
1983			759,000		3.0
1984			782,000		3.0
1985			805,000		3.0
1986			829,000		3.0
1987			854,000		3.0
1988			880,000		3.0
1989			906,000		3.0
1990			933,000		3.0
1991			961,000		3.0
1992			990,000		3.0
1993			1,020,000		3.0
1994			1,051,000		3.0
1995			1,083,000		3.0

表3．20　農園の所要単位電力（調査結果による）

項　目	農園			合　計
	州所有	大規模所有	中小規模所有	または平均
1．作付面積（ヘクタール）	61,793	71,775	30,983	164,551 1/
2．電力設備（kW）	11,712	16,942	4,808	33,462
3．単位電力（kW/ヘクタール）	0.19	0.24	0.16	0.20

表3．21　農園の所要電力量

年　度	作付面積（ヘクタール）	所要単位電力（kW／ヘクタール）	所要電力（kW）	所要電力量（GWh）
1975	618,863	0.20	124,000	310.0
1976	631,734	0.20	126,000	315.0
1977	641,666	0.20	128,000	320.0
1978	658,852	0.20	132,000	330.0
1979	700,681	0.20	140,000	350.0
1980	737,463	0.20	147,000	367.5
1981	776,350	0.20	155,000	387.5
1982	737,286	0.20	147,000	367.5
1983	759,000	0.20	152,000	380.0
1984	782,000	0.20	156,000	390.0
1985	805,000	0.20	161,000	402.5
1986	829,000	0.20	166,000	415.0
1987	854,000	0.20	171,000	427.5
1988	880,000	0.20	176,000	440.0
1989	906,000	0.20	181,000	452.5
1990	933,000	0.20	187,000	467.5
1991	961,000	0.20	192,000	480.0
1992	990,000	0.20	198,000	495.0
1993	1,020,000	0.20	204,000	510.0
1994	1,051,000	0.20	210,000	525.0
1995	1,083,000	0.20	217,000	542.5

1/ ：合計22農園

3．3．5 アルミニウム精錬用電力の需要予測

PT Inalumはプロジェクト地域内で，最大の電力需要家の一つである。PT Inalum所有のクアラタンジュンにあるアルミニウム精錬工場は，75,000トン／年のアルミニウム・インゴット生産ライン（ホット・メタル・ベースで75,700トン／年に相当）を３ライン有し，合計 225,000トン／年の生産力を持っている。この精錬工場に対し，1985年までに常時ベース（ 365日24時間連続）で，工場端において409,500kW（3,588.3GWh/年）およびきわめて短時間のピーク50,000kWの電力が供給されることになっている。

PT Inalumはアルミニウム精錬工場の拡張を企画しているが，その時期については，現在のところまだ確定していない。拡張は運転維持が容易なように，既設の工場と同様に１ライン当り75,000トン／年のものが建設されるものと予想される。

従って，今後アルミニウム精錬設備が１ライン増設される毎に，下記計算のように，工場側で 1,196.1GWh,発電所において 1,233.1GWh の電気エネルギーが毎年新たに必要となる。この場合，短時間のピーク電力の必要はないものと想定される。

工場側において

ホット・メタルの年生産高（トン）×所要単位電力量（kWh）

＝75,700（トン：ホット・メタル）×15,800(kWh)

＝ 1,196.1(GWh／生産ライン)

即ち 1,196.1(GWh) ÷8,760(時間）＝136,500(kW/ 生産ライン)

発電所側において

工場での所用電力÷送電効率

＝ 1,196.1÷ 0.97 ＝ 1,233.1(Gwh/ 生産ライン)

即ち 1,233.1(GWh) ÷ 8,760（時間）＝ 140,800（kW/ 生産ライン）

従って今後アルミニウム精錬設備が２ライン増設されるものとすると，年間，工場側で2,392,2GWh, 発電所側で 2,466.2GWh の電力量が新たに必要となる。

3．3．6 1995年以後の電力需要予測

1995年以後の電力需要については，年間増加率を最確値と考えられる10パーセントと仮定して行なう。予測はアルミニウム精錬用電力を除き，各部門別の電力需要を合計した総電力需要につき行なうものとする。

3．3．7 プロジェクト地域の総電力需要

1） 所要エネルギー

所要エネルギーという観点から，プロジェクト地域の総電力需要はＰＬＮ第Ⅱ区電力市場，既設アルミニウム精錬工場，工業および農園用電力需要とアルミニウム精錬工場の増設に必要な電力需要の総計として得られる。表 3.22 に総電力需要を示す。

これにはもちろん過去の工業や農園の潜在需要を含んでいる。

2） 所要ピーク負荷

所要ピーク負荷という観点から見た，プロジェクト地域の総電力需要は，発電，送電，および配電損失率と，送電線および配電線網の負荷率を仮定して計算される。プロジェクト地域の電力需要は，今後全てＰＬＮ第Ⅱ区ネットワークを通して供給されるものと仮定する。従って上記の予測値は，今後の電力需要を示すもとして利用できると考えられる。

表３．２２ プロジェクト地域の総電力需要（エネルギー）1/

(1) アルミニウム精錬増設分を除く

年 度	所要エネルギー(GWh)					年間増加率
	PLN(非工業)	工 業	農 園	アルミニウム精錬	合計	(%)
1975	121	273	310	0	704	—
1980	311	415	368	0	1,094	9.2
1985	517	635	403	3,588	5,143	36.3
					(1,555) 2/	(7.3) 2/
1990	941	1,023	468	3,588	6,020	3.2
					(2,432)	(9.4)
1995	1,568	1,645	543	3,588	7,344	4.1
					(3,756)	(9.1)
2000		6,049		3,588	9,637	5.6
					(6,049)	(10.0)

1/ ：需要端におけるもの

2/ ：アルミニウム精錬用電力を除外した場合

（2）アルミニウム精錬増設含む（1生産ライン）

年度	所要エネルギー（Gwh）					年間増加率
	PLN（非工業）	工　業	農　園	アルミニウム精錬	合　計	（%）
1975	121	273	310	0	704	-
1980	311	415	368	0	1,094	9.2
1985	517	635	403	3,588	5,143	36.3
					(1,555)2/	(7.3)2/
1990	941	1,023	468	4,784	7,214 3/	7.0
					(2,432)	(9.4)
1995	1,568	1,645	543	4,784	8,540	3.4
					(3,756)	(9.1)
2000		6,049		4,784	10,833	4.9
					(6,043)	(10.0)

過去の記録から，損失率と負荷率は表 3.23 および表 3.24 のように推測される。ピーク負荷という点から見たプロジェクト地域の総電力需要は表 3.25 に示される。

2/ ：アルミニウム精錬用電力を除外した場合

3/ ：生産ラインは1990年までに増設されるものと仮定

表3．23　損失率（PLN第Ⅱ区）

年度	発生電力量 (GWh)	販売電力量 (GWh)	損失率 (%)	ならした損失率 (%)
1975				(32)
1977	201.2	139.4	30.7	
1978	260.5	180.5	30.7	
1979	341.0	265.0	22.3	
1980	453.4	368.6	18.7	(29)
1981	578.3	409.7	29.2	
1982	653.4	466.6	28.6	
1983	704.0	507.0	28.0	
1984			27.0	
1985			26.0	(26)
1986			25.0	
1987			24.0	
1988			23.0	
1989			22.0	
1990			21.0	(21)
1991			20.0	
1995			20.0	(20)

表3．24　負荷率（PLN第Ⅱ区）

年度	発生電力量 (GWh)	ピーク負荷 (KW)	負荷率 (%)	ならした負荷率 (%)
1975				(56)
1977	201.2	40,011	57.4	
1978	260.5	53,630	55.4	
1979	341.0	72,086	54.0	
1980	453.4	94,324	54.9	(60)
1981	578.3	108,402	60.9	
1982	653.4	123,528	60.4	
1983	704.0	127,000	63.3	
1984			63.0	
1985			63.0	(63)
1986			64.0	
1990			64.0	(64)
1991			65.0	
1995			65.0	(65)

表 3.25　プロジェクト地域の総電力（ピーク負荷）

（１）アルミニウム精錬増設分を除く

年度	アルミニウム精錬を除く所要電力量（GWh ）	損失率	アルミニウム精錬を除く発生電力量(Gwh)	負荷率	ピーク負荷	アルミニウム精錬（MW）	合計（MW）
1975	704	32	1,035	56	211	0	211
1980	1,094	29	1,541	60	293	0	293
1985	1,555	26	2,101	63	381	422	803
1990	2,432	21	3,078	64	549	422	971
1995	3,756	20	4,695	65	825	422	1,247
2000	6,049	20	7,561	65	1,328	422	1,750

（２）アルミニウム精錬増設分を含む（１生産ライン）

年度	アルミニウム精錬を除く所要電力量（GWh）	損失率	アルミニウム精錬を除く発生電力量(Gwh)	負荷率	ピーク負荷	アルミニウム精錬（MW）	合　計（MW）
1975	704	32	1,035	56	211	0	211
1980	1,094	29	1,541	60	293	0	293
1985	1,555	26	2,101	63	381	422	803
1990	2,432	21	3,078	64	549	563	1,112
1995	3,756	20	4,695	65	825	563	1,388
2000	6,049	20	7,561	65	1,328	563	1,891

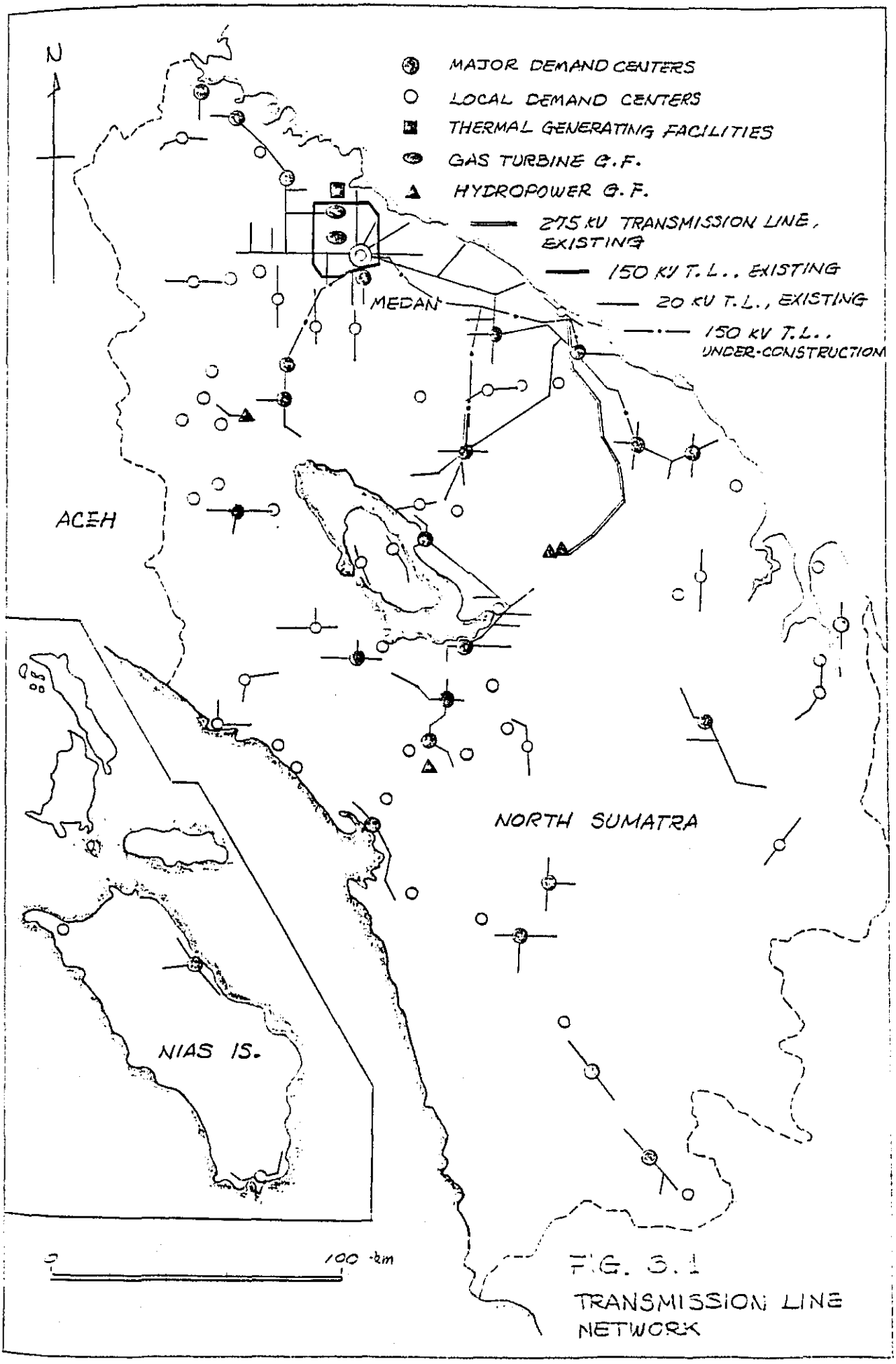


FIG. 3.1
TRANSMISSION LINE NETWORK

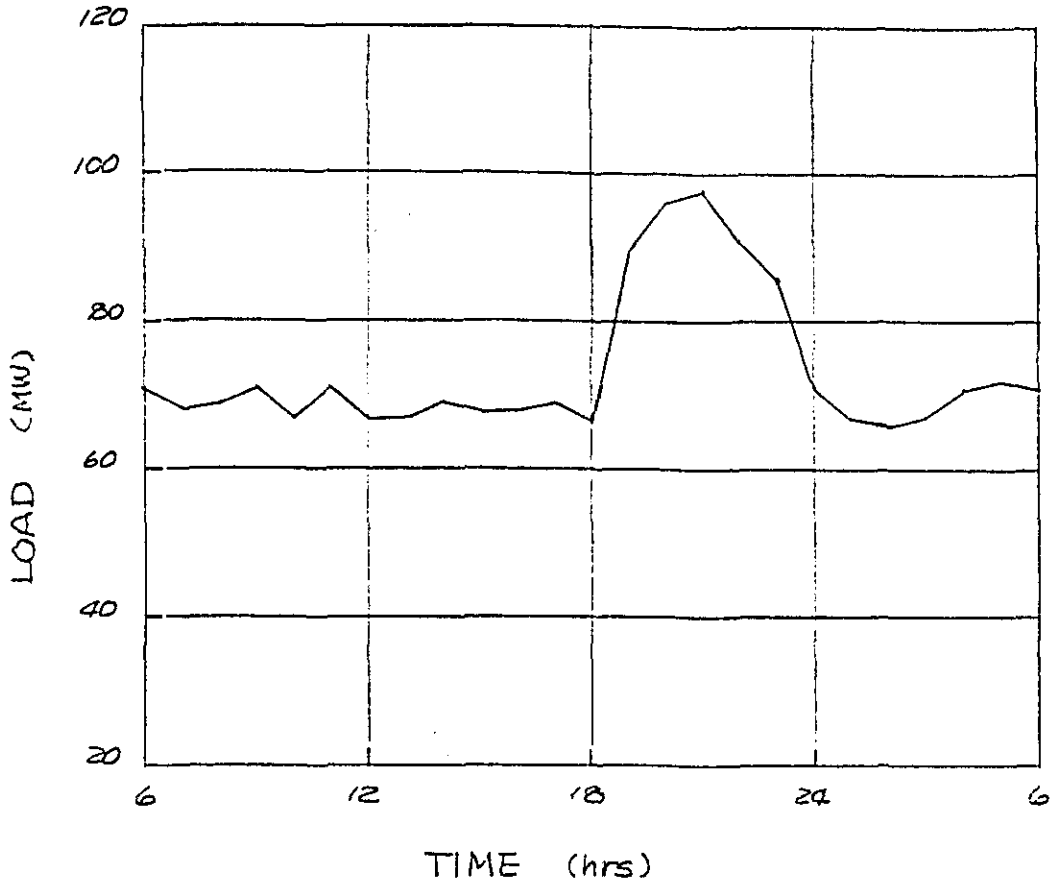


FIG. 3.2 DAILY LOAD CURVE

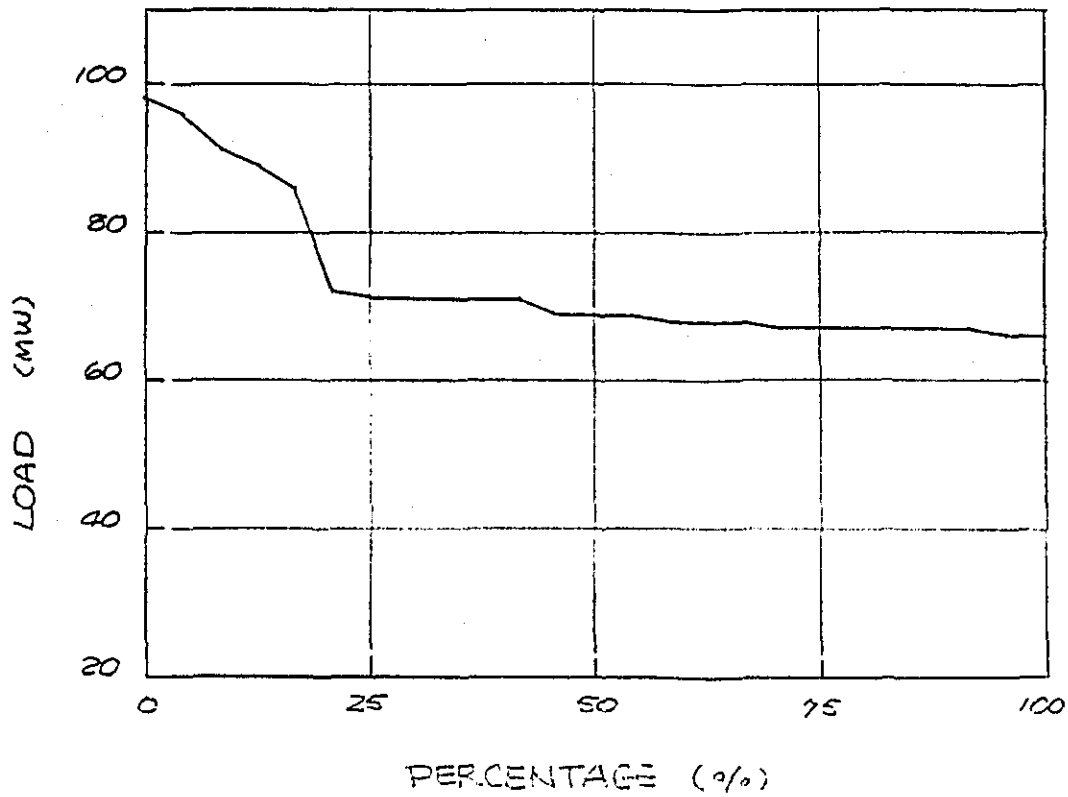


FIG. 3.3 LOAD DURATION CURVE

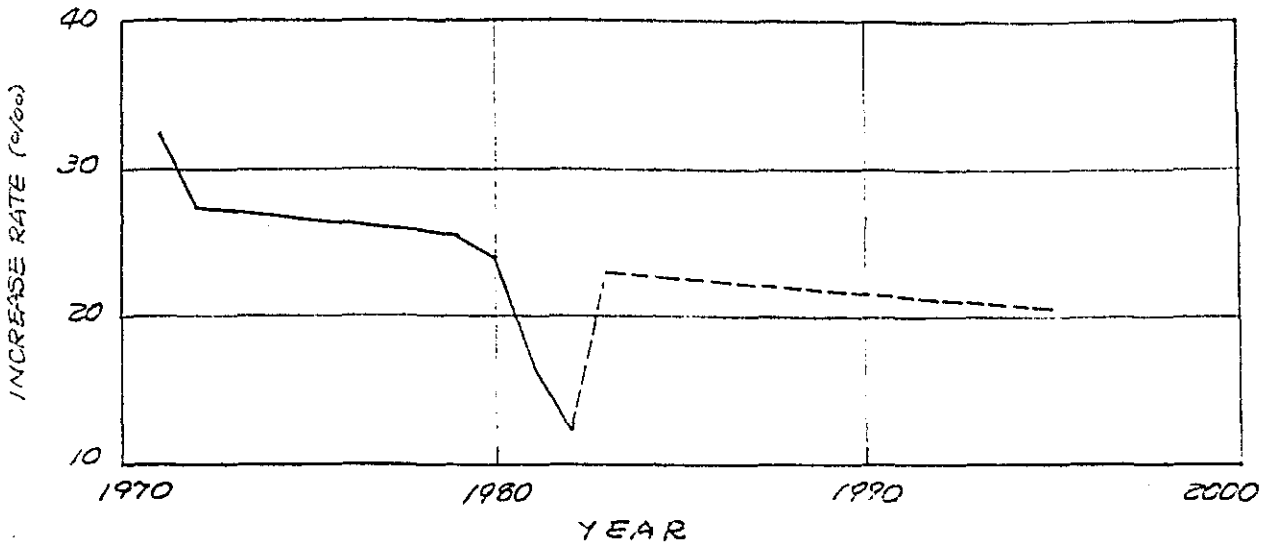


FIG. 3.4 POPULATION INCREASE RATE

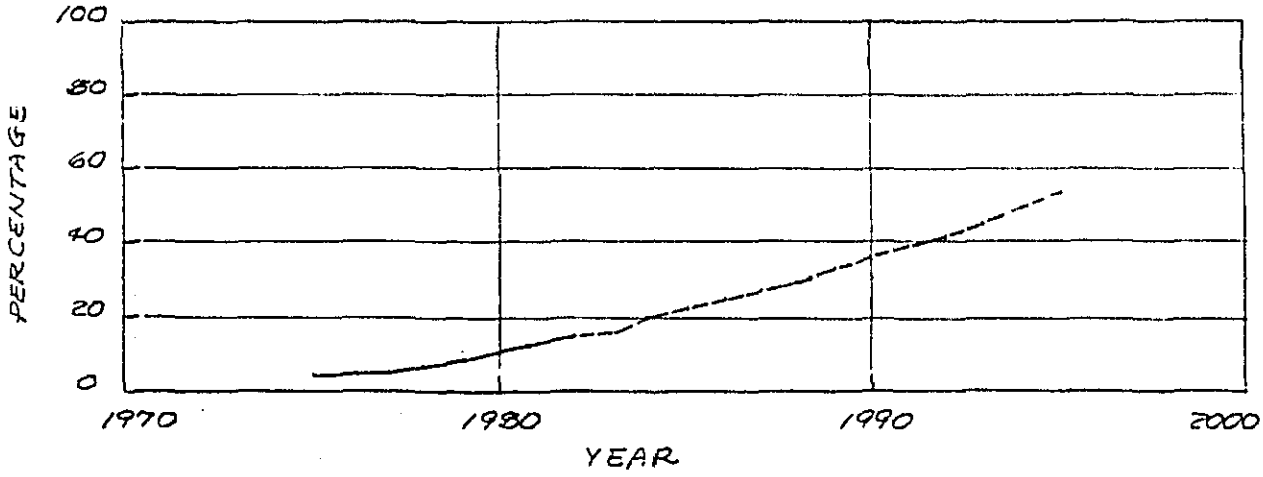


FIG. 3.5 ELECTRIFICATION RATIO

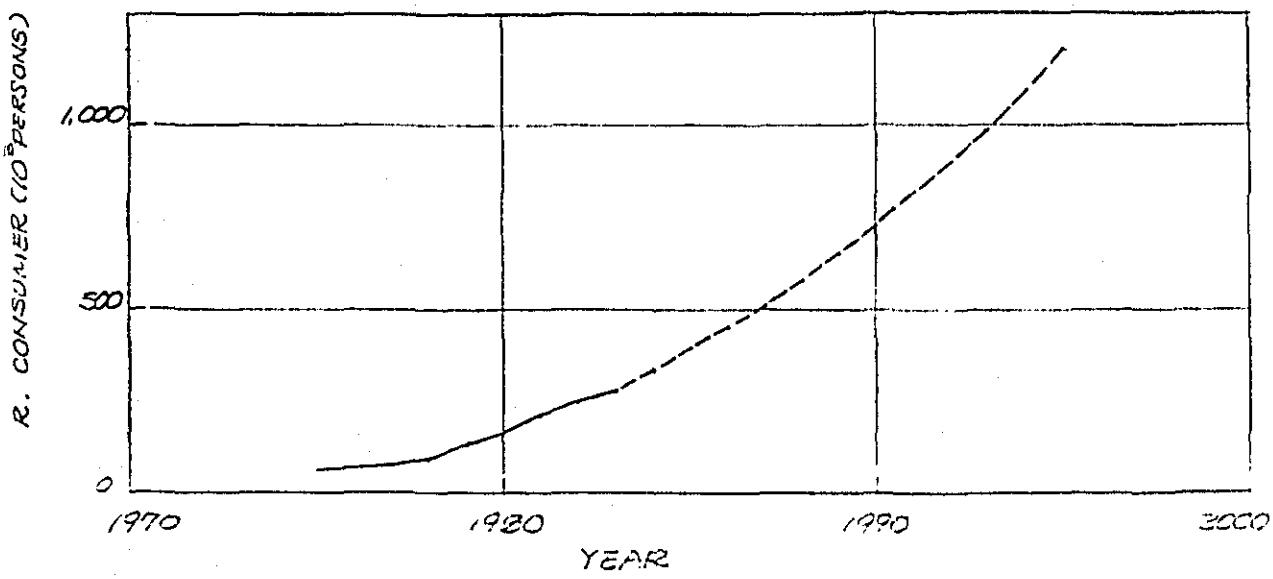


FIG. 3.6 NUMBER OF RESIDENTIAL CONSUMERS

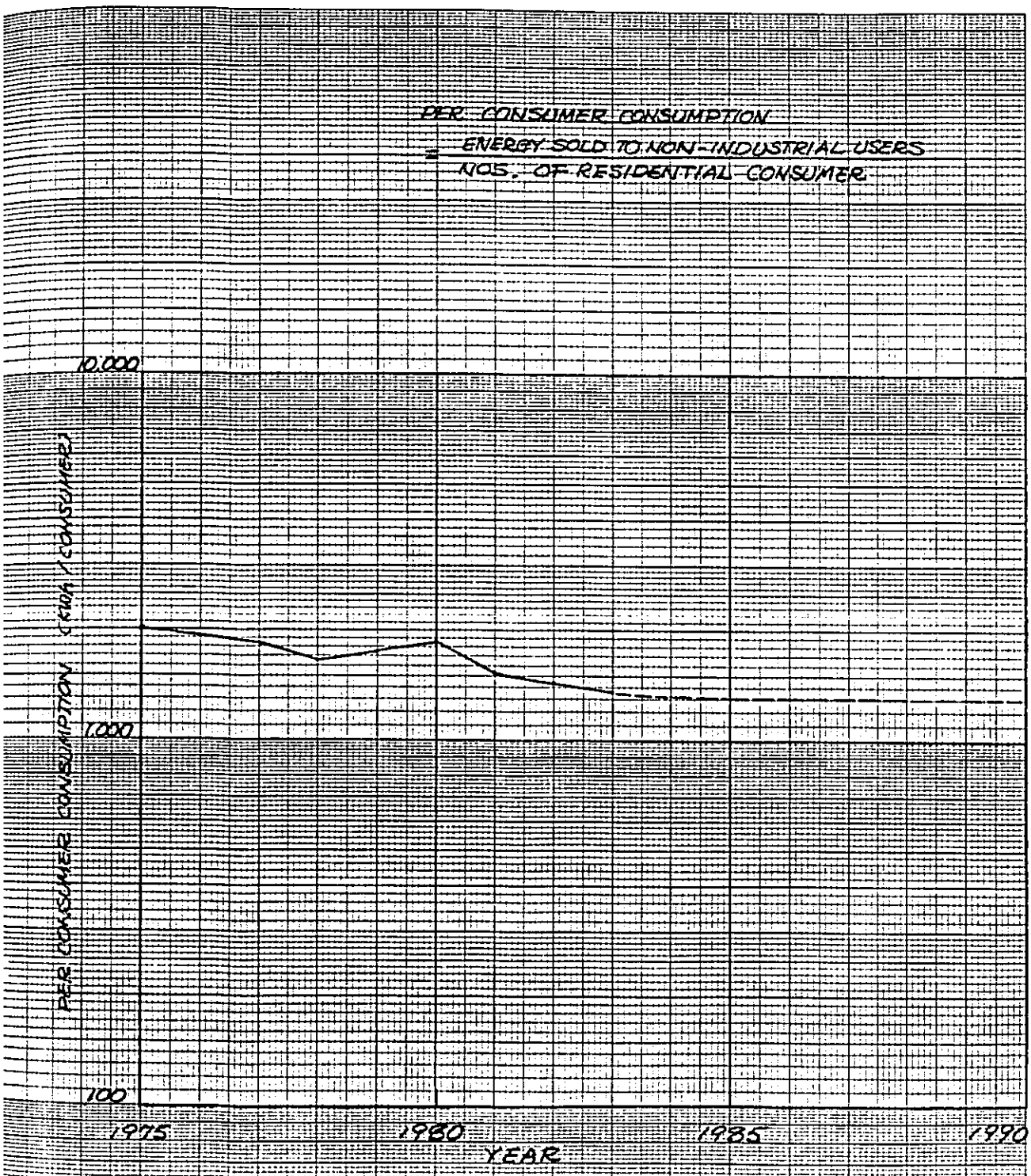


FIG. 3.7 PER CONSUMER POWER CONSUMPTION BY RESIDENTIAL CONSUMER

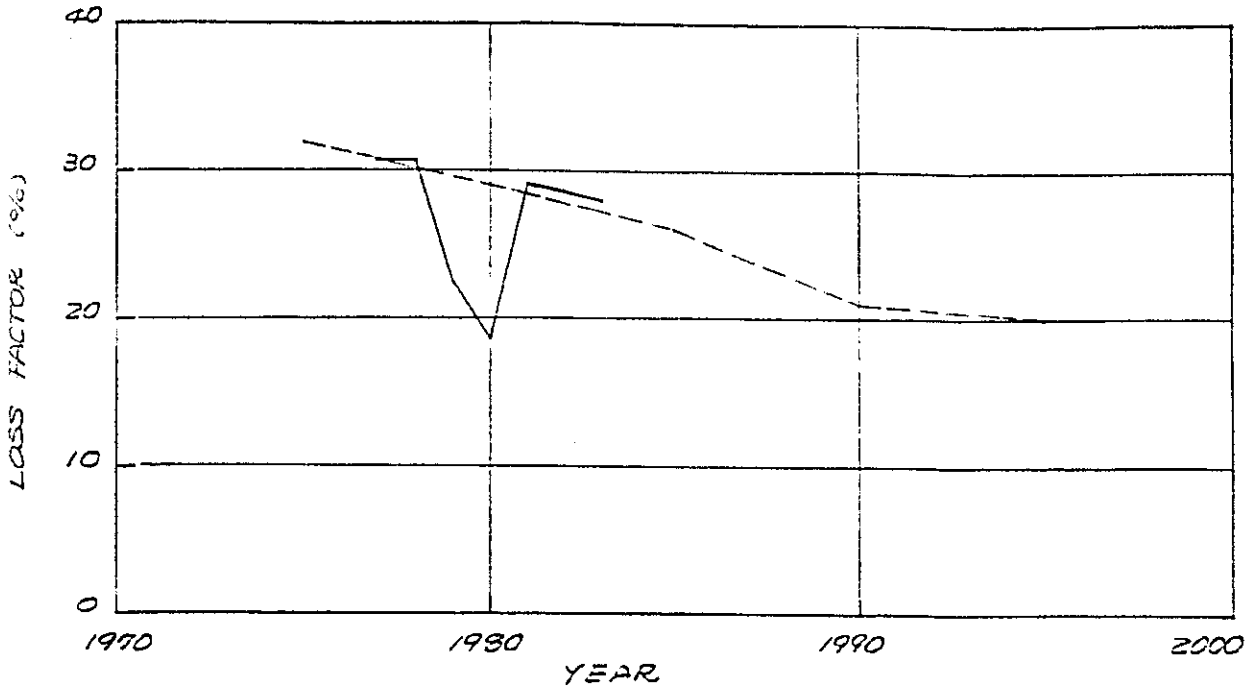


FIG. 3.8 LOSS FACTOR (PLN REGION II)

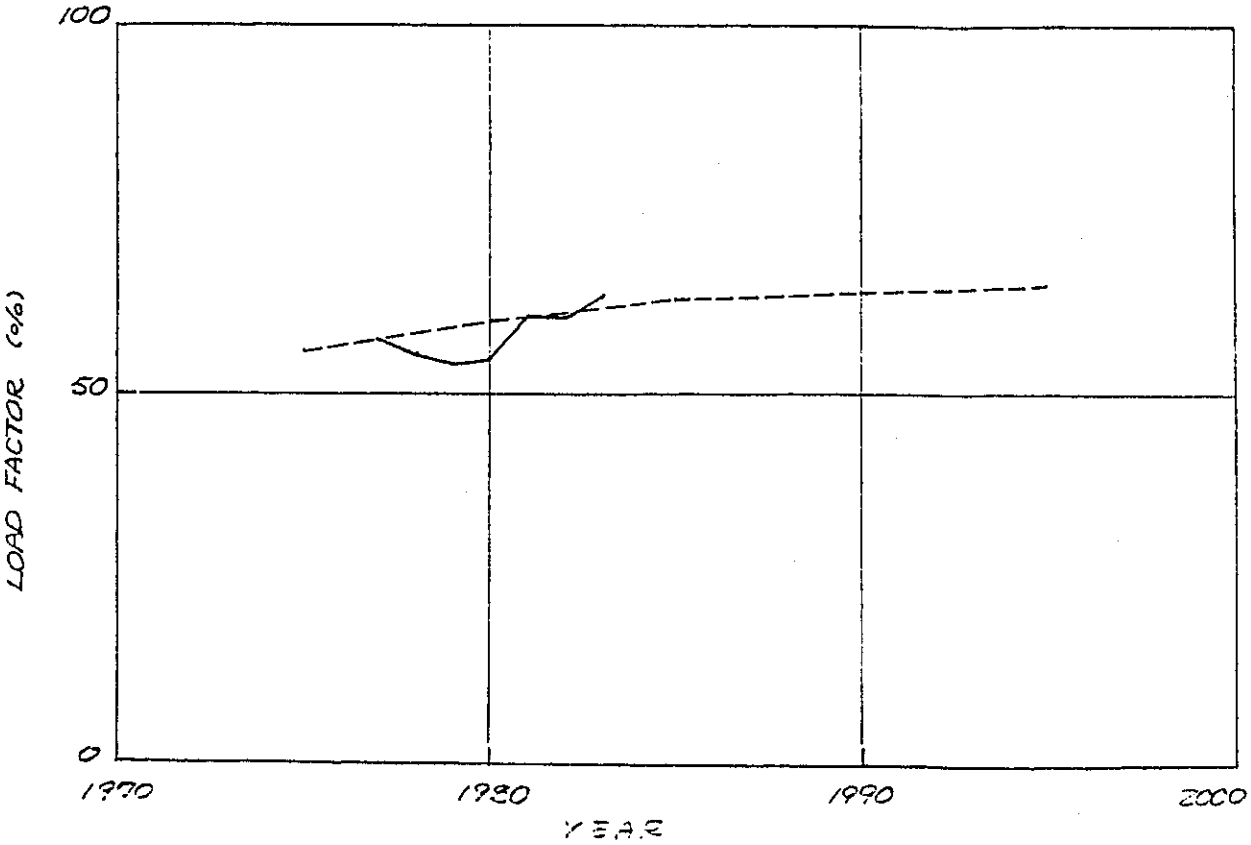


FIG. 3.9 LOAD FACTOR (PLN REGION II)

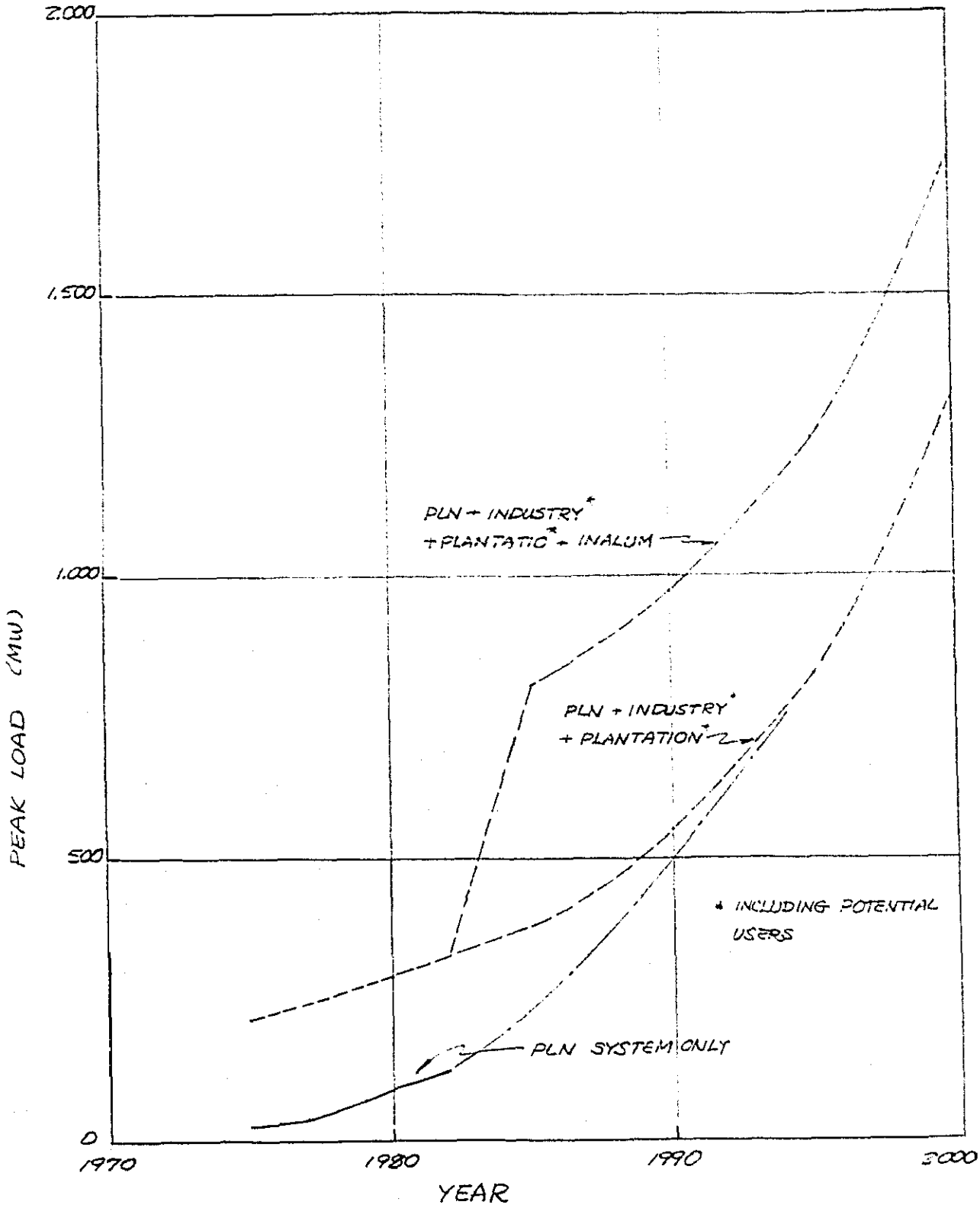


FIG 3.10 POWER DEMAND FORECAST
(WITHOUT AL. SMELTER EXTENSION)

第４章　ルヌン計画周辺の包蔵水力

４．１　開発可能地点

ルヌン計画及びアサハンNo.1，No.3計画に加え，ルヌン計画地点の周辺には有望な開発可能地点が数ケ所ある。それ等の地点を列挙すれば，以下の通りである。

	地点名	水系
１）	アサハンNo.4	アサハン川
２）	アサハンNo.5	アサハン川
３）	アラス	アラス川
４）	グヌン	グヌン川
５）	アッパーワンプ	ワンプ川
６）	ロアーワンプ	ワンプ川
７）	トルー	シトマンディ／シゲアワン川

４．２　開発可能地点の最適開発規模

各開発可能地点の最適開発規模を入手可能な限りの資料をもとに，その費用と便益を比較して概略もとめる。

比較検討に際して用いた仮定，考慮，条件などは以下に要約する通りである。

１）　地形的・地質的に水力発電に有望とみられる開発可能地点を1/50,000の地形図より決め，アラス地点[1/]を除くすべての地点に対し簡単な踏査を行った。

２）　各地点に対し，最適開発規模はまず，直接的には総費用及び利水率（間接的に発電便益）を大きく左右するダムの規模を比較して決定した。

３）　同一の経済的基準で各プロジェクトの比較を公正に行うため，発電設備容量についてはまず同一の設備利用率60%で比較検討し，水路発電所等を含む発電設備はこの設備利用率をもとに決定した。次いで，開発条件を考慮して，各プロジェクトに対して好ましいとみられる発電規模を示した。

1/　：　踏査は行わず世銀プロジェクトである「全国包蔵水力調査」の結果を利用した。

4） 比較検討に用いた工事費は，インドネシア各地の同じ規模，型式工事について得られた資料をもとに見積った。これらの工事費はエスカレーションを含まない1984年価格で示されている。

便益の計算には最小費用身替り建設費による方法を使った。身替り施設としては北スマトラ周辺に建設される100MW クラス石油専焼の火力発電所を考え，その長期的開発費用（維持管理費を含む）を便益とした。即ち，

設　備　価　値（kW）：	120US$/kW
エネルギー価値（kWh）：	0.065US$/kWh

5） いずれの場合も各地点の最適開発規模は，純便益が最大となる様に決定したが，これらの費用便益はプロジェクトの経済年限を50年，年割引き率を10%，年間の維持管理費を総工事費の 1.5%として計算した。

6） 費用・便益比較の結果及び最適開発規模について 4.1表に示す。

第4．1表　ルヌン計画周辺の開発可能地点の最適開発規模

項　　目	開発可能地点						
	アサハンNo.4	アサハンNo.5	アラス	グヌン	アッパーウンプ	ロアーウンプ	トルー
1. 開発型式	ダム式	ダム式	ダム式	流れ込み式	ダム水路式	ダム式	ダム水路式
2. 流域面積（Km^2）	4,017	4,146	5,300	530	1,180	1,540	940
3. 年平均流量（m^3／S）	127	130	265	23	38	50	42
4. 貯水池							
1) HWL（El.－m）	87	35	143	425	610	248	1,115
2) LWL（El.－m）	83	32	109	-	580	227	1,100
3) THL（El.－m）	34	18	40	250	250	185	905
5. 総落差（m）	51	16	86	175	345	53	203
6. 有効貯水容量（10^6 m^3）	8	9	2,890	-	375	80	280
7. 発電使用水量（m^3／S）	211	216	353	11	50	37(60) 1/	49
8. 発電設備容量（MW） 2/	82	25	237	15	128	15(25) 1/	67
9. 年発生電力量（GWh）	430	125	1,560	130	850	120(200) 1/	475
10. 工事費（10^6 US$）	120	50	520	35	340	70	840
11. 評　価							
1) B/C	2.9	2.0	2.2	2.2	1.8	1.3	0.4(1.8) 3/
2) B-C（10^6 US$）	260	60	750	70	310	23	-
3) IRR（%）	35	23	25	24	19	12	-(20) 3/
4) kW・コスト（US$/kW）	1,460	2,000	2,190	2,330	2,660	4,670	12,500
5) kWh コスト（US$/kWh）	0.28	0.40	0.33	0.31	0.40	0.58	1.77
12. 最適開発規模（MW）	240	25	350	20	150	45(70) 1/ 4/	-

1/ ：アッパーウンプにより流量が増加する場合
2/ ：比較のため設備利用率を 0.6に仮定
3/ ：アサハン河での電力増加を含む
4/ ：下流に逆整池必要

第 4.1表のB/C ，内部収益率，kW当りの建設費等の要素を考慮して決定した各開発可能地点の優先順位を下表に示す。

順　位	プロジェクト名	kWコスト (US$/kW)	B/C	IRR(%) (%)
1.	アサハンNo.4	1,460	2.9	35
2.	アサハンNo.5	2,000	2.0	23
3.	アラス	2,190	2.2	25
4.	グヌン	2,330	2.2	24
5.	アッパーワンプ	2,660	1.8	19
6.	ロアーワンプ	4,670	1.3	13
7.	トルー	12,500	0.4	—

上表でもわかるようにアサハンNo.4はルヌン計画后の開発計画として，最も有利な開発計画と思われる。この計画はダム式発電計画でアサハンNo.3発電所下流の残りの落差にトバ湖及び他のダム群で調整された豊富な水量を利用するダム式発電で水路が短いため，ピーク発電所として経済的に発電設備容量を増やすことができ， 240MW程度の設備ができる。更にこの計画は現在北スマトラ州で工事中の送電線網の近くに位置し，主な需要地近くに位置していると言った利点がある。アサハンNo.4発電所をピーク発電所とした場合には，下流逆調池の役目をさせるためアサハンNo.5発電所も同時に建設するのが良い。

アラス計画もその発生電力量が約 1,600GWh もあり有利な計画と言える。この計画もダム式発電で，コタチャネ近くに広がる谷底平野のかなりの部分を水没させ，大きな貯水池を設ける計画である。幸いなことにはダムにより補給される用水により，現在荒地のまま放置されているダム下流の平地部に約 200,000haの水田を開くことができ，貯水により水没する耕地の代替地として考えることができる。アラス計画の場合もまた，その発電設備容量を容易に増加でき，将来需要に応じ， 700MWから 800MWの設備のピーク発電所にすることができる。

発電順位は低いがアッパーワンプ計画も経済的には妥当な計画である。この計画の下流地域は謂ゆる洪水常襲地となっているため，この計画を考える場合は，より経済性の低いロアーワンプ計画も取り込んだ洪水調節計画を考える必要があり，公共事業省の洪水調節計画との調整が不可欠と思われる。

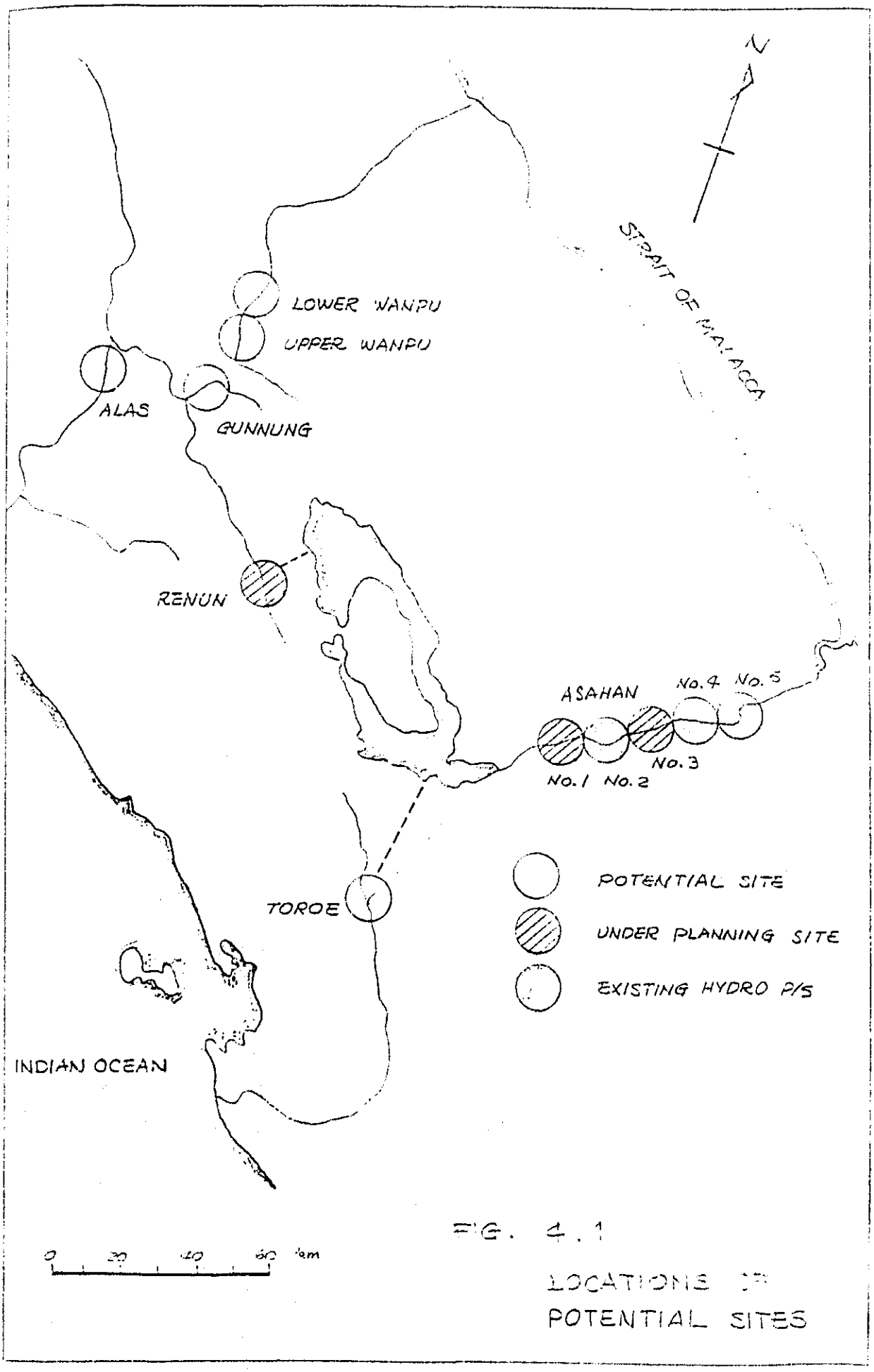


FIG. 4.1

LOCATIONS OF POTENTIAL SITES

第５章　ルヌン水力発電開発計画

５．１　開発計画の立案

ルヌン水力発電プロジェクトの開発計画は次の順序で立案する。

１）　開発地点の選定

２）　開発規模の選定

５．１．１　開発地点

ルヌンプロジェクトの最も適切な開発地点は，次の３要素の組合せによる比較検討ケースに対し，プロジェクトの費用と便益の比較検討により決定する。：

－主ダムの建設地点

－発電所の建設地点

－導水路の路線

比較検討のため用いた仮定および条件を要約すると次のとおりである。

１）　主として技術的，経済的見地からルヌン川とトバ湖間の水力を十分に利用するよう，ダム，導水路，発電所およびその他の関連構造物の比較検討地点を選び，それらを組合せて比較検討ケースを選定する。

２）　ルヌンプロジェクトでは，貯水池満水位として，標高 1,450m，1,400mおよび 1,300mの３箇所の比較ダムサイトが考えられる。また発電所の建設地点としては，ボナンドロック，ビナンガラおよびシララヒの３箇所が考えられる。従って導水路はダム地点と発電所地点を結ぶ路線となる。

　ダム，発電所地点および導水路の各々の組合せに対し，比較検討のもう１つのパラメーターとして，14.4，10.0および５時間という３ケースの発電時間を取り入れる。

３）　これらの組合せに対し，導水路は，流域面積を拡大し取水量を増すように延長していく。最も経済的な導水路延長は，渓流取水地点即ち支流域の面積を１つづつ増してゆき，便益と建設費の比較から決定する。

４）　ルヌン水力発電プロジェクトの比較検討ケースを次表に示す。

５）　比較検討に用いる工事費は，インドネシアにおける，同タイプの工事費の資料を参照して見積る。工事費は1984年価格である。

　便益は，最小費用代替案比較法により算出する。代替発電設備としては，北スマトラ州周辺に建設される 100MW級の石油燃焼火力発電所を仮定し，その長期開発費用（運転維持，取換え費用を含む）。

を用いる。即ち

設　備　価　値（KW）：　　120米ドル／KW

エネルギー価値（KWh）：　0.065米ドル／kwh

ケース	ダムサイト	満水位 (EL.-m)	導水路 (Km)	発電所	発電時間 (時間)
1A(1)	パルブルアン	1,450	13.5−17.9	ボナンドロック	14.4
1A(2)	〃	〃	〃	〃	10
1A(3)	〃	〃	〃	〃	5
1B(1)	パルブルアン	1,450	18.9−20.9	ビナンガラ	14.4
1B(2)	〃	〃	〃	〃	10
1B(3)	〃	〃	〃	〃	5
1C(1)	パルブルアン	1,450	22.4−	シララヒ	14.4
1C(2)	〃	〃	〃	〃	10
1C(3)	〃	〃	〃	〃	5
2A(1)	バンギリンガン	1,400	15.4−16.8	ボナンドロック	14.4
2A(2)	〃	〃	〃	〃	10
2A(3)	〃	〃	〃	〃	5
2B(1)	バンギリンガン	1,400	17.5−20.5	ビナンガラ	14.4
2B(2)	〃	〃	〃	〃	10
2B(3)	〃	〃	〃	〃	5
2C(1)	バンギリンガン	1,400	21.6−	シララヒ	14.4
2C(2)	〃	〃	〃	〃	10
2C(3)	〃	〃	〃	〃	5
3B(1)	パリキ	1,300	15.5−17.0	ビナンガラ	14.4
3B(2)	〃	〃	〃	〃	10
3B(3)	〃	〃	〃	〃	5
3C(1)	パリキ	1,300	18.7−	シララヒ	14.4
3C(2)	〃	〃	〃	〃	10
3C(3)	〃	〃	〃	〃	5

6） プロジェクトの最適開発地点は，年均等純便益（B－C）が最大となるケースにより決定する。年均等純便益は次式で与えられる。

年均等純便益（B－C）＝年均等便益（B）－年均等費用（C）

この場合，年均等便益および費用は，プロジェクトの経済耐用年数を５０年，割引率および利子率を年10パーセント，運転，保守管理費用（OMR費用）を建設費の 1.5パーセントと仮定して算出する。

7） さらに，導水路の水頭勾配の算定を単純化して，1/1,000 とし，損失水頭を次式で計算する。

$$H_L = L \times 1/1000 + 14.0 \ (m)$$

ここにLは導水路の全長である。

放水位は標高 905mとする。

発電力および発生電力量は次式で計算される。

$$P = 9.8 \times Q_p \times (HG - H_L) \times E_0$$

ここに，

P ＝発電力（kW）

Q_p ＝発電使用水量（m^3 ／sec ）

H_G ＝総落差（m）

H_L ＝損失水頭（m）

E_0 ＝水車発電機の総合効率＝ 0.8

$$E = 8,760 \times Pw \times P \times \frac{T}{24}$$

ここに

E ＝発生電力量（kWh ／年）

R_w ＝水の使用可能率（全流出量と貯水池に補足される水量の比）

P ＝発電力（kW）

T ＝発電時間

8） プロジェクトの開発地点（最適ケース）決定のため行った費用－便益比較の結果は表 5.1ならびに図 5.3に示す通りである。

表5．1　開発地点選定のための費用便益比較

比較案	流域	流域面積 (Km2)	流量 (m3/S) 平均	流量 (m3/S) 使用	導水路 延長 (Km)	導水路 直径 (m)	落差 (m) 総落差	落差 (m) 純落差	発電設備 容量(MW)	水の利用 可能率	発生電力 量(GWh)	発電便益 (10^6 米ドル／年) kW価値	発電便益 (10^6 米ドル／年) kWh 価値	発電便益 (10^6 米ドル／年) 合計	工事費 (10^6 米ドル)	年経費 (10^6 米ドル)	純便益 (10^6 米ドル)
2A(1)	(本流)	138.6	6.9	11.5	15.4	2.9	495.0	464.6	41.9	0.86	189.3	5.0	12.3	17.3	81.2	9.4	7.9
	(1)	2.9															
	(2)	4.8															
	(3)	6.3															
	(4)	1.6															
	(5)	1.8															
	(6)	5.9															
	(7)	7.7															
2B(1)	小　計	169.6	8.5	14.2	18.4	3.2	495.0	461.6	51.4	0.86	231.7	6.2	15.1	21.3	104.0	12.1	9.2
	(8)	15.4															
	(9)	13.2															
2B(1)	小　計	198.2	9.9	16.5	20.5	3.3	495.0	459.5	59.4	0.86	268.7	7.1	17.5	24.6	117.5	13.6	11.0
	(10)	19.0															
2C(1)	小　計	217.2	10.9	18.2	21.6	3.5	495.0	458.4	65.4	0.86	295.1	7.8	19.2	27.0	128.7	14.9	12.1
	(11)	24.8															
2C(1)	小　計	242.0	12.1	20.2	21.6+1.8	3.6/2.5	495.0	458.4	72.6	0.86	327.6	8.7	21.3	30.0	138.6	16.1	13.9
	(12)	14.5															
2C(1)	小　計	256.5	12.8	21.3	21.6+3.3	3.7/2.5	495.0	458.4	76.5	0.86	346.6	9.2	22.5	31.7	146.6	17.0	14.7
	(A)	4.5															
2C(1)	小　計	261.0	13.1	21.8	21.6+7.7	3.7/2.5	495.0	458.4	78.3	0.86	354.7	9.4	23.1	32.5	155.7	18.0	14.5
	(B)	1.8															
2C(1)	合　計	262.8	13.1	21.8	21.6+9.1	3.7/2.5	495.0	458.4	78.3	0.86	354.7	9.4	23.1	32.5	158.5	18.4	14.1

4.11.2 開発規模

ルヌン水力発電プロジェクトの最適開発規模は、次の3要素に関して、プロジェクトの費用と便益の比較検討により決定する：

－貯水池の満水位

－発電設備容量

－導水路および水圧鉄管路の内径

比較検討のために使用した仮定、および条件は下記のとおりである。

1）　ルヌンプロジェクトの開発規模は、決定された開発地点、ケース 2C（流域面積Ca=256.5km²）を基に、最適化を行なった。

2）　この場合、貯水地の満水位(HWL)と発電所の規格の設備容量をまず決定し、次表のような比較検討ケースを決める。

ケース	HWL (EL.-m)	設備容量(MW)
Ⅰ (1)	1,420	50
Ⅰ (2)	1,420	100
Ⅰ (3)	1,420	150
Ⅰ (4)	1,420	200
Ⅱ (1)	1,410	50
Ⅱ (2)	1,410	100
Ⅱ (3)	1,410	150
Ⅱ (4)	1,410	200
Ⅲ (1)	1,400	50
Ⅲ (2)	1,400	100
Ⅲ (3)	1,400	150
Ⅲ (4)	1,400	200
Ⅳ (1)	1,390	50
Ⅳ (2)	1,390	100
Ⅳ (3)	1,390	150
Ⅳ (4)	1,390	200

上記ケースの放水位は標高 905mとする。

3）　比較検討の計算には，前述の開発地点の選定に用いたのと同じ方法を用いる。

4）　貯水地の満水位(HWL)と設備容量を決めるための比較検討結果は表 5.2および図 5.4に示す通りである。

5）　次に導水路およびペンストックの内径を決定するために次表のケースにつき比較検討を行う。

ケース	内　径(m)	
	導水路	水圧鉄管路
W (1)	3.0	2.0
W (2)	3.5	2.0
W (3)	4.0	2.0
W (4)	4.5	2.0
W (5)	5.0	2.0
X (1)	3.0	2.5
X (2)	3.5	2.5
X (3)	4.0	2.5
X (4)	4.5	2.5
X (5)	5.0	2.5
Y (1)	3.0	3.0
Y (2)	3.5	3.0
Y (3)	4.0	3.0
Y (4)	4.5	3.0
Y (5)	5.0	3.0
Z (1)	3.0	3.5
Z (2)	3.5	3.5
Z (3)	4.0	3.5
Z (4)	4.5	3.5
Z (5)	5.0	3.5

この場合，貯水地の満水位(HWL) は標高 1,410m，放水位は標高 905mとする。また概略設備容量は100MW とし発電時間は約12時間（=11.7 時間）とする。

5）　導水路および水鉄管路の内径を決めるための比較検討結果は表 5.3および図 5.5に示す通りである。

表5．2 開発規模決定のための費用便益比較

比較案	満水位（標高－m）	低水位（標高－m）	発電設備容量(MW)	流量（m^3／S）平均	使用	保証	落差（m）総落差	純落差	保証電力(MW)	水の利用可能率	発生電力量(GWh)	発電便益（10^6 米ドル／年）kW価値	kWh 価値	合計	工事費（10^6 米ドル）	年経費（10^6 米ドル）	純便益（10^6 米ドル）
Ⅰ(1)	1,420	905.0	50	12.8	13.3	13.3	515.0	478.0	50	0.78	327.8	6.0	21.3	27.3	128.7	14.9	12.4
Ⅰ(2)	1,420	905.0	100	12.8	26.7	26.7	515.0	478.0	100	0.90	378.2	12.0	24.6	36.6	179.1	20.8	15.8
Ⅰ(3)	1,420	905.0	150	12.8	40.0	36.5	515.0	478.0	137	0.97	407.6	16.0	26.5	42.9	227.0	26.3	16.6
Ⅰ(4)	1,420	905.0	200	12.8	53.4	36.5	515.0	478.0	137	0.99	416.0	16.4	27.0	43.4	266.5	30.9	12.5
Ⅱ(1)	1,410	905.0	50	12.8	13.6	13.6	505.0	468.0	50	0.78	320.9	6.0	20.9	26.9	117.0	13.6	13.3
Ⅱ(2)	1,410	905.0	100	12.8	27.3	27.3	505.0	468.0	100	0.91	374.4	12.0	24.3	36.3	167.4	19.4	16.9
Ⅱ(3)	1,410	905.0	150	12.8	40.9	30.7	505.0	468.0	113	0.97	399.1	13.6	25.9	39.5	215.5	25.0	14.5
Ⅱ(4)	1,410	905.0	200	12.8	54.5	30.7	505.0	468.0	113	0.99	407.3	13.6	26.5	40.1	255.0	29.6	10.5
Ⅲ(1)	1,400	905.0	50	12.8	13.9	13.9	495.0	458.0	50	0.78	314.0	6.0	20.4	26.4	112.0	13.0	13.4
Ⅲ(2)	1,400	905.0	100	12.8	27.8	25.4	495.0	458.0	91	0.91	366.4	10.9	23.8	34.7	166.2	19.3	15.4
Ⅲ(3)	1,400	905.0	150	12.8	41.8	25.4	495.0	458.0	91	0.97	390.5	10.9	25.4	36.3	210.5	24.4	11.9
Ⅲ(4)	1,400	905.0	200	12.8	55.7	25.4	495.0	458.0	91	0.99	398.6	10.9	25.9	36.8	254.8	29.5	7.3
Ⅳ(1)	1,390	905.0	50	12.8	14.2	14.2	485.0	448.0	50	0.79	311.1	6.0	20.2	26.2	108.5	12.6	13.6
Ⅳ(2)	1,390	905.0	100	12.8	28.5	24.5	485.0	448.0	86	0.91	358.4	10.3	23.3	33.6	162.9	18.9	14.7
Ⅳ(3)	1,390	905.0	150	12.8	42.7	24.5	485.0	448.0	86	0.97	382.0	10.3	24.8	35.1	211.5	24.5	10.6
Ⅳ(4)	1,390	905.0	200	12.8	56.9	24.5	485.0	448.0	86	0.99	389.9	10.3	25.8	35.6	251.6	29.2	6.4

表5．3 導水路トンネルおよび鉄管路の最適径決定のための費用便益比較

比較案	直径（m）		流量（m^3/S）		損失水頭（m）		落差（m）		保証電力(MW)	水の利用可能率	発生電力量(GWh)	発電便益（10^6 米ドル／年）			工事費（10^6 米ドル）	年経費（10^6 米ドル）	純便益（10^6 米ドル）
	導水路	鉄管路	平均	使用	導水路	鉄管路	総落差	純落差				kW価値	kWh 価値	合計			
W(1)	3.0	2.0	12.8	27.3	103.6	42.8	505.0	358.6	76.8	0.91	286.9	9.2	18.6	27.8	122.2	14.2	13.6
W(2)	3.5	2.0	12.8	27.3	46.6	42.8	505.0	415.6	89.0	0.91	332.5	10.7	21.6	32.3	141.5	16.4	15.9
W(3)	4.0	2.0	12.8	27.3	23.9	42.8	505.0	438.3	93.8	0.91	350.6	11.3	22.7	34.1	160.2	18.6	15.5
W(4)	4.5	2.0	12.8	27.3	13.6	42.8	505.0	448.6	96.0	0.91	358.9	11.5	23.3	34.8	180.5	20.9	13.9
W(5)	5.0	2.0	12.8	27.3	8.7	42.8	505.0	453.5	97.1	0.91	362.8	11.7	23.6	35.3	202.6	23.5	11.8
X(1)	3.0	2.5	12.8	27.3	103.6	13.0	505.0	388.4	83.1	0.91	310.7	10.0	20.2	30.2	128.2	14.7	15.3
X(2)	3.5	2.5	12.8	27.3	46.6	13.0	505.0	445.4	95.3	0.91	356.3	11.4	23.2	34.6	147.4	17.1	17.5
X(3)	4.0	2.5	12.8	27.3	23.9	13.0	505.0	468.1	100.2	0.91	374.5	12.0	24.3	36.3	166.2	19.3	17.0
X(4)	4.5	2.5	12.8	27.3	13.6	13.0	505.0	478.4	102.4	0.91	382.7	12.3	24.9	37.2	186.6	21.6	15.6
X(5)	5.0	2.5	12.8	27.3	8.7	13.0	505.0	483.3	103.4	0.91	386.6	12.4	25.1	37.5	208.7	24.2	13.3
Y(1)	3.0	3.0	12.8	27.3	103.6	4.9	505.0	396.5	84.9	0.91	317.2	10.2	20.6	30.8	133.7	15.5	15.3
Y(2)	3.5	3.0	12.8	27.3	46.6	4.9	505.0	453.5	97.1	0.91	362.8	11.7	23.6	35.3	152.9	17.7	17.6
Y(3)	4.0	3.0	12.8	27.3	23.9	4.9	505.0	476.2	101.9	0.91	380.9	12.2	24.8	37.0	171.6	19.9	17.1
Y(4)	4.5	3.0	12.8	27.3	13.6	4.9	505.0	485.5	104.1	0.91	389.2	12.5	25.3	37.8	192.0	22.3	15.5
Y(5)	5.0	3.0	12.8	27.3	8.7	4.9	505.0	491.4	105.2	0.91	393.1	12.6	25.6	38.2	214.2	24.8	13.4
Z(1)	3.0	3.5	12.8	27.3	103.6	2.2	505.0	399.2	85.4	0.91	319.3	10.2	20.8	31.0	138.9	16.1	14.9
Z(2)	3.5	3.5	12.8	27.3	46.6	2.2	505.0	456.2	97.6	0.91	364.9	11.7	23.7	35.4	158.2	18.3	17.1
Z(3)	4.0	3.5	12.8	27.3	23.9	2.2	505.0	478.9	102.5	0.91	383.1	12.3	24.9	37.2	177.1	20.5	16.7
Z(4)	4.5	3.5	12.8	27.3	13.6	2.2	505.0	489.2	104.7	0.91	391.3	12.6	25.4	38.0	197.2	22.9	15.1
Z(5)	5.0	3.5	12.8	27.3	8.7	2.2	505.0	494.1	105.8	0.91	395.3	12.7	25.7	38.4	219.5	25.4	13.0

開発位置および開発規模の比較検討結果から，次のような予備的結論が得られる。

ルヌンプロジェクトは，パンギリンガンに主ダムを設け，トバ湖岸のシララヒに発電所を設けるのが適当である。主ダムの満水位は標高 1,410m とし，水路沿いの支流域を含めて開発するのが望ましい。

予備的なプロジェクトの諸元を次に要約する。

1．流域面積		
主ダムサイト	:	138.6Km^2
支流域	:	117.9Km^2
合計	:	256.5Km^2
2．満水位	:	EL.1,410m
3．低水位	:	EL.1,400m
4．放水位	:	EL.905.0－ 902.4m
5．ダム		
堤高	:	45m
堤体積	:	300,000m^3
6．導水路		
延長	:	20,600m
直径	:	3.7m
7．水圧鉄管路		
延長	:	1,000m
直径（平均）	:	2.8m
8．総落差	:	505m
9．純落差	:	462m
10．発電使用水量	:	27.5m^3 /S
11．発電設備容量	:	100MW
12．年間発生電力量	:	360GWh

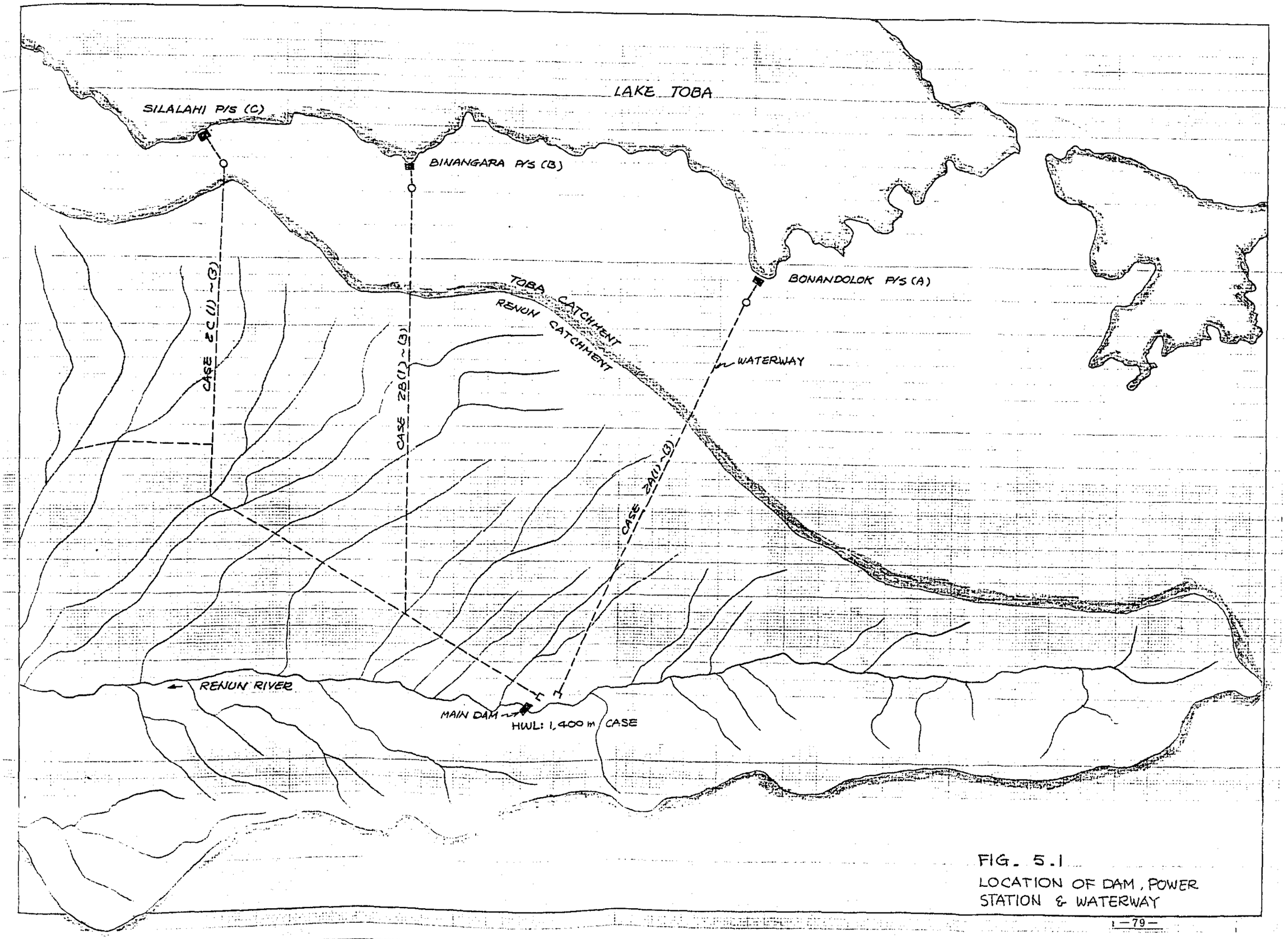


FIG. 5.1
LOCATION OF DAM, POWER STATION & WATERWAY

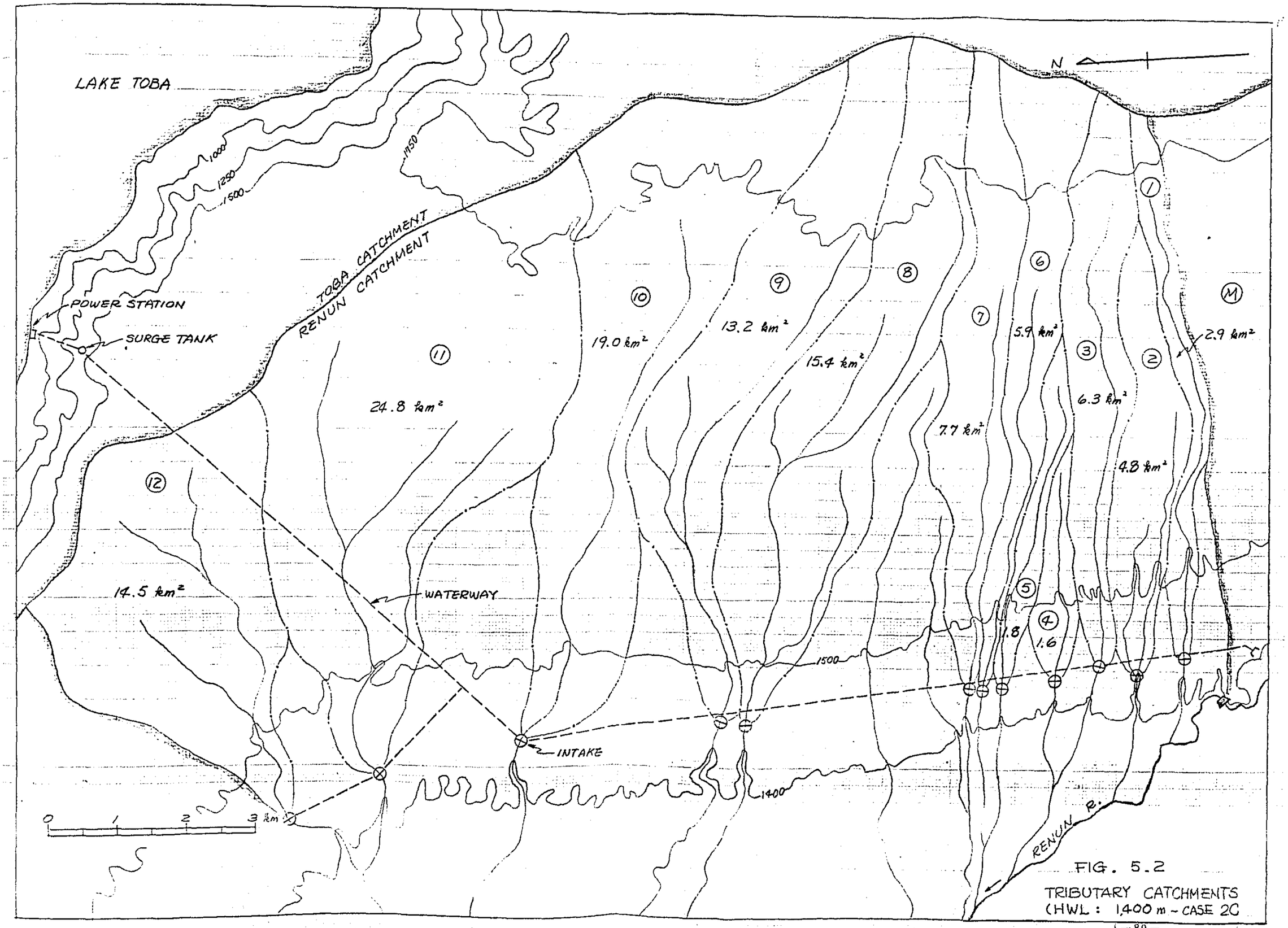


FIG. 5.2
TRIBUTARY CATCHMENTS
(HWL : 1,400 m - CASE 2C

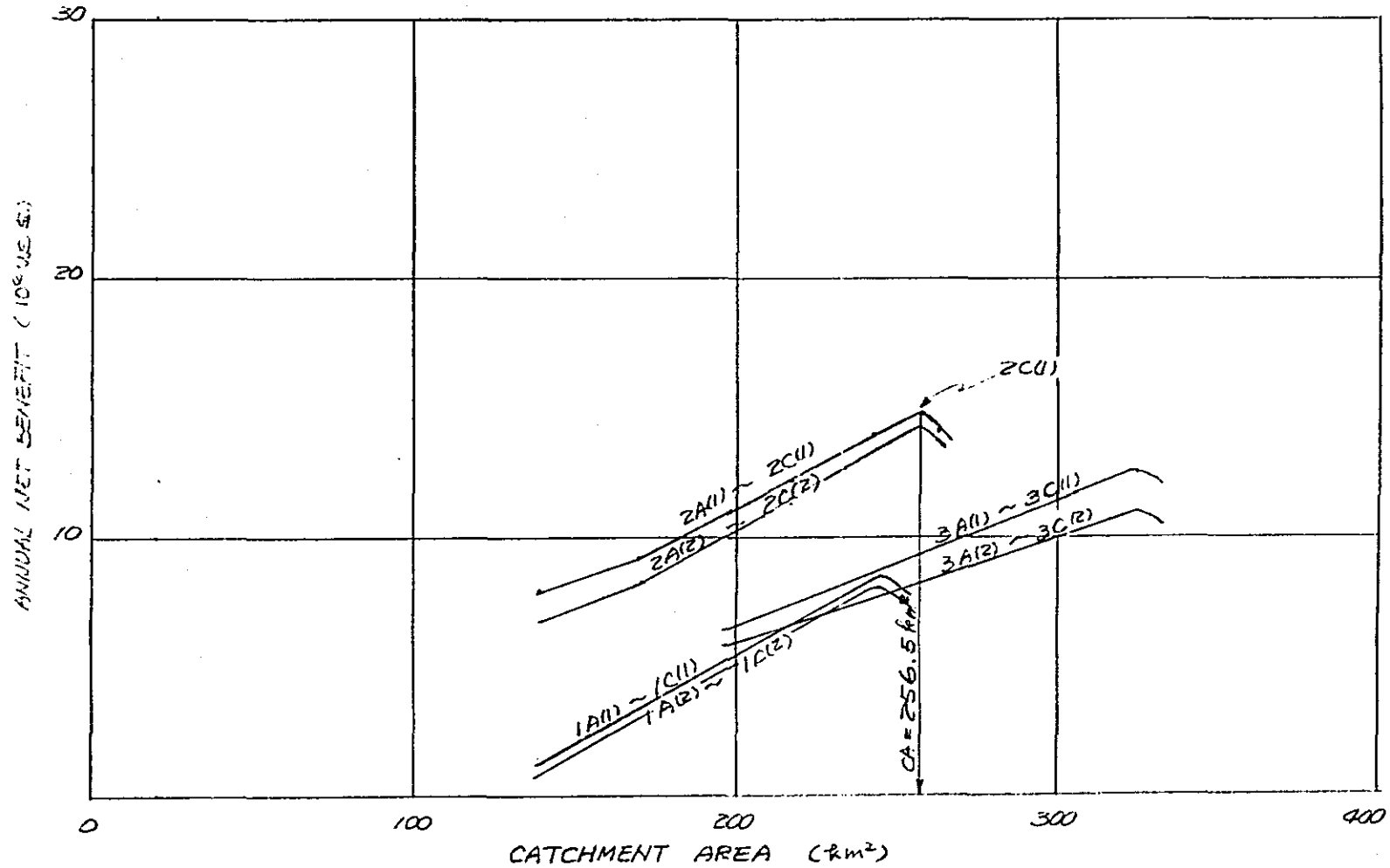


FIG. 5.3
OPTIMUM DEVELOPMENT LOCATION

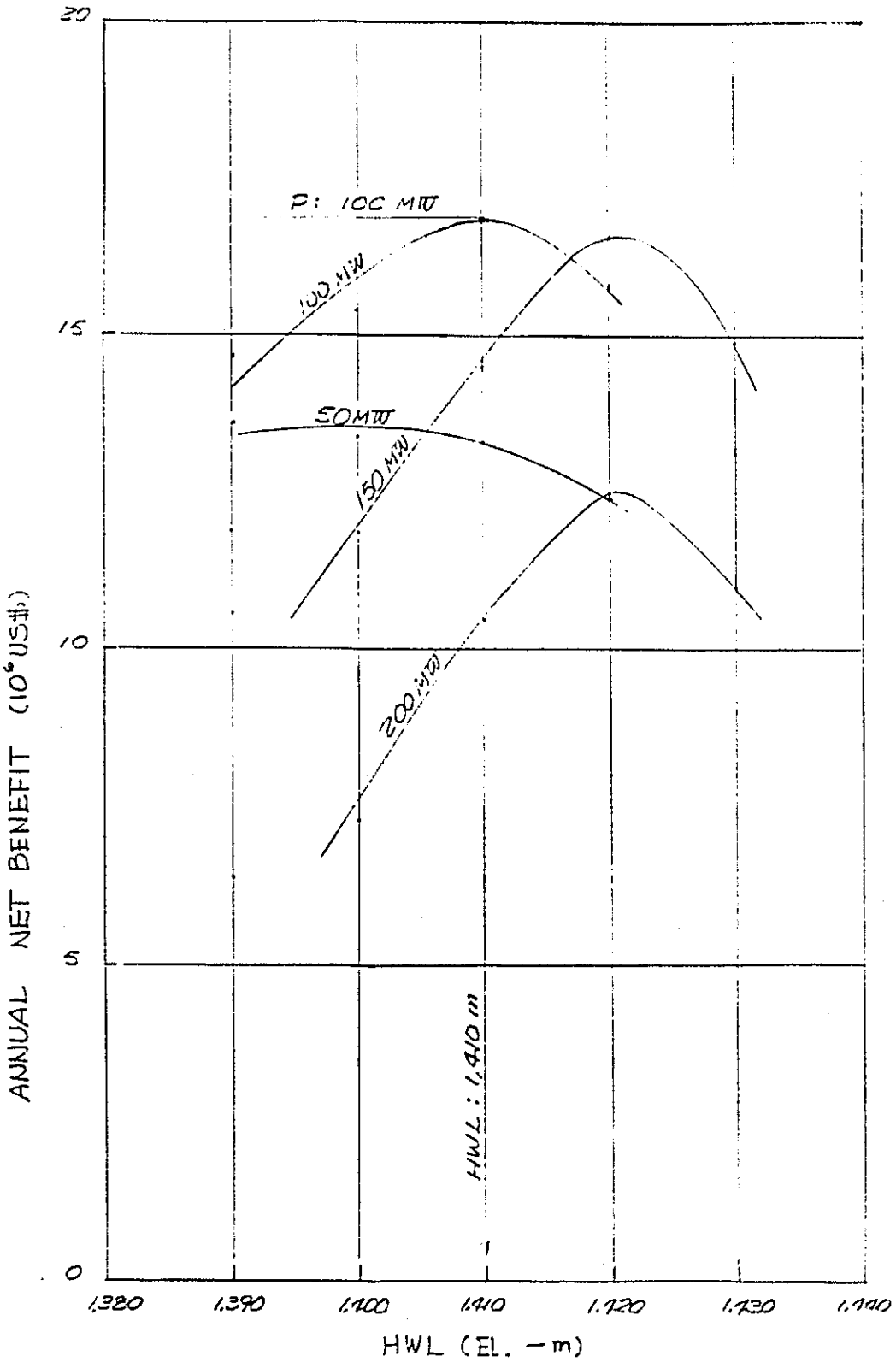
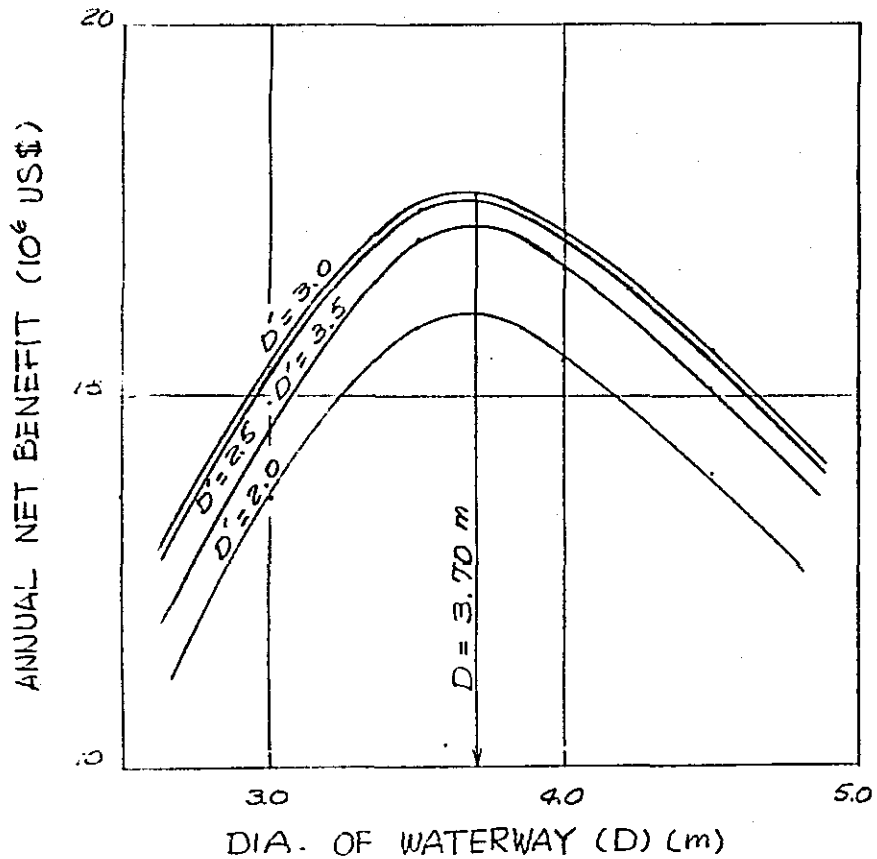


FIG. E. 6

OPTIMUM DEVELOPMENT SCALE



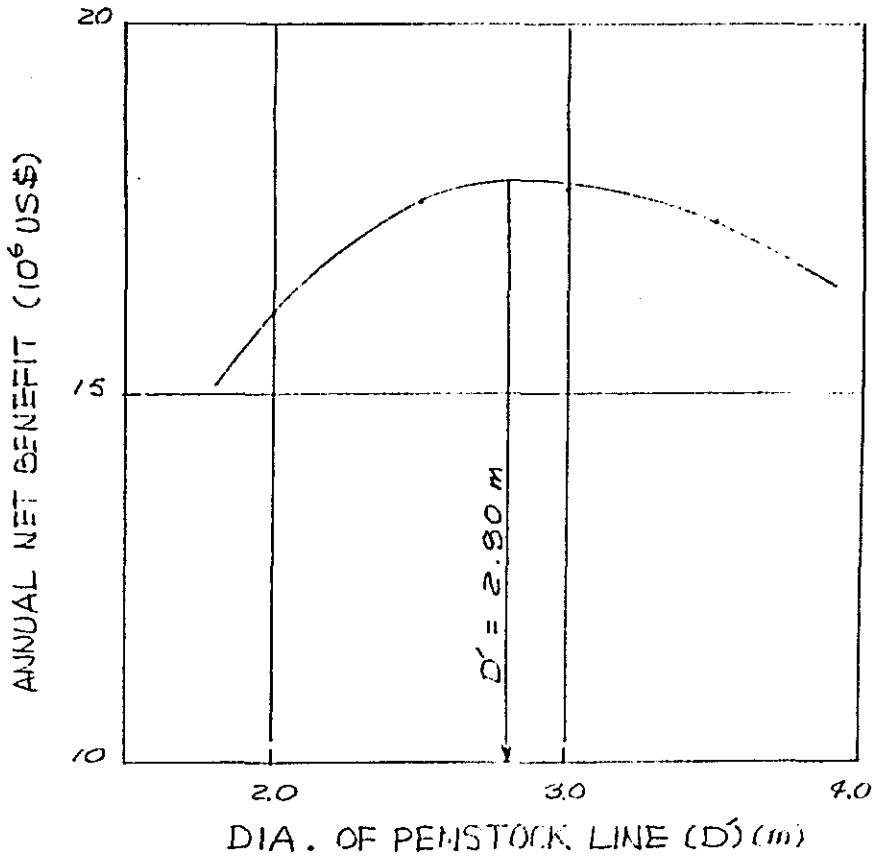


FIG. 5.5 OPTIMUM SIZES OF WATERWAY AND PENSTOCK LINE

第６章　現地詳細調査

６．１　概　　説

入札手続に関するインドネシア政府の正式手続が変ったため，詳細現地調査を行なう現地業者，GEO ACE,の現地乗込みが遅れたにもかかわらず，現地調査作業は，1984年10月中旬までに目覚ましい進捗を示した。これは予定期間内に大部分の調査作業を完了しようとするGEO ACE の熱意あふれる努力の賜物である。とりわけGEO ACE の努力は，ボーリング作業，州及び地区の警察から火薬取扱い許可証を取得すること，および物理探査用のダイナマイトと電管の購入に注がれた。

1984年10月中旬までの現地調査作業の進捗状況を以下に要約する。

６．２　測　　量

２箇所の調整池用ダムサイトおよび主ダムサイトの一部の地形測量を除く，全測量作業は10月中旬までに完了した。

完了した作業と完了予定の作業は以下の通りである。

１．水準測量

１）　水準点の設置（表 6.1参照）

２）　新設水準点と既存の水準点の連結

２．地形測量

１）　主ダムサイト（代替サイト１箇所を含む）

２）　渓流取水堰サイト（合計17サイト）

３）　発電所サイト（代替サイト１箇所を含む）

３．縦横断測量

１）　主ダムサイト（代替サイト４箇所を含む）

２）　渓流取水堰サイト（合計17サイト）

３）　調整池用ダムサイト（合計２サイト）

４）　水圧鉄管路（代替１路線を含む）

５）　発電所サイト（代替サイト１箇所を含む）

4．航空写真測量

時間的制約の故に，既存の縮尺10万分の１の陽画フィルムを使用した図化を行なう。

それ故標定点測量と航空写真撮影は中止された。

図化の縮尺は１万分の１である。

5．完了予定の作業

1984年12月末まで完了予定の作業は次の通りである。

1）　調整池用ダムサイト２箇所及び主ダムの一部の地形測量

2）　報告書作成

表６．１　水準測量結果

水準点番号	標高（m）	位　　置
T．2716	1,402.7	シガリンギンの既設水準点
R．No.1	1,422.97	主ダムサイト，右岸
L．No.2	1,422.41	主ダムサイト，左岸
－	1,392.6	ダムサイト近傍パンギリンガン橋上の仮ベンチ
A	1,429.15	ムバラ川取水地点
B	1,428.99	ボンタール川取水地点
C	1,428.59	シビラ川取水地点
D	1,421.03	アディアンダマール川取水地点
E	1,426.38	ウチィム川取水地点
F	1,412.56	シマルタバンタバン川取水地点
G	1,427.85	レンバラ川取水地点
H	1,426.90	ヒテェテェレ川取水地点
I	1,421.07	シバトンガ川取水地点
J	1,426.08	シバトンガ川取水地点
K	1,426.20	ヒテェホーティン川取水地点
L	1,434.31	シギラン川取水地点
M	1,431.71	パトワ川取水地点
N	1,473.07	シバハ川取水地点
O	1,433.94	リアス川取水地点
P	1,456.84	ピナガル川取水地点
Q	1,435.80	マナルサル川取水地点

6．3 地質調査

予備設計を行なう上で，最も重要と考えられ，かつ明らかに全作業のクリティカルパスであるボーリング作業は，1984年９月24日，６台のボーリング機械を用いて，ダムサイト，発電所サイトおよび原石山サイトで同時に開始された。その後の進捗は目覚ましかった。コアボーリングの平均速度はダムおよび発電所サイトでおよそ３ｍ／台・日，原石山サイトでは約５ｍ／台・日である。全てのボーリング作業は，1984年10月末には完了するものと期待される。

もう一つのクリティカルパスである物理探査は，1984年10月１日に開始され，同じく順調な進捗を示している。

水圧試験と標準貫入試験を含むボーリング作業と物理探査の予定数量を要約すれば以下の通りである。

１．ボーリング	全長（ｍ）
１）　主ダムサイト	300
２）　調整ダムサイト	60
３）　水路／調圧水槽	240
４）　発　電　所	150
５）　原　石　山	120
合　計：	870

２．水圧試験	数量（回）
１）　主ダムサイト	48
２）　調整ダムサイト	48
合　計：	96

３．標準貫入試験	数量（回）
１）　主ダムサイト	18
２）　調整ダムサイト	18
合　計：	36

４．物理探査	全長（ｍ）
１）　主ダムサイト	3,400
２）　調整ダムサイト	1,000
３）　水路／調圧水槽	2,800
４）　発　電　所	1,100
５）　原　石　山	1,200
合　計：	9,400

6．4 材料調査および室内試験

ルヌンプロジェクトで使用されるダム堤体盛立材料や，コンクリート骨材材料の物理的諸性質と，採取可能数量を明確にし，建設材料の設計諸数値を決定するために，材料調査と室内試験が1984年８月初旬から開始され，現在続行中である。

材料調査を実施するに当り，以下の16箇所が原石山および土取り場として選定された。

１） ロック材用原石山６箇所（No.Q-1,2,3,4,8,9）
２） コンクリート骨材およびフィルター材用原石山３箇所（No.Q-5,6,7）
３） コアー材用土取場３か所（No.C-1,2,3）
４） フィルター材およびコンクリート骨材用土取場４箇所（No.F-1,2,3,4）

これら原石山および土取場の位置は，図 6.1に示す。

材料調査および室内試験は，1984年12月中旬までには完了する予定である。

1．材料調査

ロック材

ロック材およびコンクリート骨材用原石山として，６箇所を詳細に踏査した。各サイトの状況および位置は表 6-2および図 6.1に示す。調査の対象となったのは，溶結凝灰岩（Q-1,Q-2,Q-3,Q-4），石灰岩（Q-5,Q-6），安山岩（Q-7），礫岩（Q-8)および玄武岩（Q-9)である。

ロック材として，これらの岩を定性的に評価すると次の通りである。

－優良　：玄武岩，安山岩，石灰岩
－良　　：礫岩
－可　　：溶結凝灰岩

ダムサイト付近には，溶結凝灰岩が広く分布しているが，ロック材として好ましい岩はダムサイトからかなり遠い場所に分布している。それ故溶結凝灰岩をロック材の原石山として選定した。

コンクリート骨材

前述の原石山に加えて，４箇所の砂礫堆積地をコンクリート骨材およびフィルター材の採取候補地として詳細に踏査した。各候補地の状況および位置は表 6.3および図 6.1に示す。各所の砂は粒子が堅固で，粒度分布が良く細骨材として使用可能と思われる。F-4 以外の礫，玉石および転石は主として圧縮強度の低い，凝灰岩系統の岩よ

り成り，粗骨材としては不適当と判断される。

従って砂礫堆積地の砂は，細骨材用とし，粗骨材の原石供給源としては原石山を用いるのが適当である。No.F-1（ソソール）およびNo.F-3（スンベルジァヘ）の土取り場は，砂を多量に含むので，細骨材用とするのが適当である。No.Q-5（ブランバリサンの石灰岩）およびNo.Q-7（ソソールの安山岩）は，岩質が良く運搬距離も短いので，粗骨材の原石として適当である。各原石山での採取可能量は，200,000m^3 以上と推定され，約 130,000m^3 の所要量を供給するのに十分である。砂の採取可能量は，No.F-1で 300,000m^3 以上，No.F-3で 900,000m^3 以上と推定される。細骨材およびフィルター材として必要な砂は 130,000m^3 であるから，上記の採取可能量は十分である。

フィルター材

フィルター材としては，前述の細骨材用の砂が適している。これらの砂以外では，凝灰岩の原石山で得られる岩屑をふるい分け洗浄すれば，フィルター材として使用できると思われる。室内試験のために，これらの岩屑の試料を採取した。岩屑の採取可能量は，ロック材の所要掘削量から50,000m^3 以上と推定される。フィルター材の所要量は約30,000m^3 であるから，十分な量があると言える。

コアー材

主ダムおよび調整ダムサイトの周辺には，未固結の火山砕屑物が広範囲に分布しており，ロームが点在している。火山砕屑物層の上部数メートルは，風化が激しい。未固結の火山砕屑物は，以下に要約する特性を持つており，主として採取可能量という観点から，主ダムおよび調整ダムのコアー材として選定される。

砂礫の粒子は主として，もろい多孔性の軽石粒から成っており，降雨による自然含水比や突固め特性の変動に影響を与えると思われる。

土取り場としては，No.C-1，C-2 が主ダム用，No.C-3が調整ダム用に選定されている。これは，プロジェクト地域に分布する火山砕屑物の基本的性質が場所によって変らず均一なため，運搬距離，取付け易さ，排水条件という点から選定したためである。

土質指標	風化火山砕屑物	未風化火山砕屑物
粒度		
礫 (%)	0	10
砂 (%)	65	65
シルト (%)	20	15
粘土 (%)	15	5
アッテルベルグ限界		
液性限界 (%)	70	—
塑性限界 (%)	43	—
塑性指数 (%)	27	非塑性
統一分類法	シルト質砂	シルト質砂
自然含水比 (%)	42	24
突固め特性		
最適含水比 (%)	37	24
最大乾燥密度 (t/m^3)	1.33	1.19

C－1 ：

土取り場C-1 は主ダムサイト直上流のルヌン川右岸に位置し，既在の道路に隣接している。このあたりの地形はゆるい勾配の独立した丘になっている。地質的には，約 0.3mの表土層の下に約11mの風化火山砕屑物があり，その下に新鮮な火山砕屑物がある。また所々にロームが分布し，その層厚はせいぜい１mである。風化火山砕屑物の採取可能量は，約 200,000m^3 で所要量約 100,000m^3 を十分供給できる。新鮮な風化火山砕屑物の採取可能量は 200,000m^3 以上と推定される。

この地域の地表はなめらかではなく，多数の小さなクラックが火山砕屑物内に発達している。そのため雨が降ると，含水比が容易に変化する。それゆえ，表土をはぎ，地表面をなめらかにし排水を良くするとともに，排水溝の掘削が必要となろう。

C－2 ：

土取り場C-2 は主ダムサイト直上流のルヌン川左岸に位置している。このあたりはゆるい勾配の独立した丘になっており，C-1 と同じく道路に隣接している。表土は 0.2mの厚さがあり，３m厚さの風化火山砕屑物を覆っている。その下は新鮮な火山砕屑物となっている。風化および新鮮な火山砕屑物の採取可能量は，各々約 150,000m^3 および 200,000m^3 以上と推定され，十分所要量を満すことができる。土取り場C-1 と同じ理由で，排水設備を設ける必要がある。

表6．2 原石山候補地踏査結果概要

番号	場所	岩の種類	材料としての品質		採取可能量	運搬距離	原石山としての条件
			ロックフィル材	骨材			
Q-1	パルブルアン	溶結凝灰岩	可	不可	調査中	3Km	ダム上流2Km左岸、運搬道路の建設必要だが取り付容易
Q-2	パリキ	同上	可	不可	200,000m^3	8Km	ダム下流6Km左岸、取り付やや困難運搬道路建設必要
Q-3	シリアンクト	同上	可	不可	調査中	8Km	ダム下流8Km左岸、取り付容易石材採取中
Q-4	スンブル	同上	可	不可	200,000m^{3}以上	25Km	ダム下流16Km左岸、取り付容易石材採取中
Q-5	クタラウ	石灰岩	優良	優良	300,000m^{3}以上	30Km	独立した山、取り付容易骨材用原石採取中
Q-6	パンダンブルー	同上	優良	優良	300,000m^{3}以上	35Km	同上
Q-7	ソソール	安山岩	優良	優良	300,000m^{3}以上	40Km (0.2Km1/)	トバ湖岸、取り付容易
Q-8	シバルトン	礫岩	良	可	50,000m^3	30Km	突出した屋根、量的に不十分
Q-9	パルバトアン	玄武岩	優良	優良	300,000m^{3}以上	50Km	独立した山、取り付容易骨材用原石採取中

1/ ：発電所サイトまでの運搬距離

表6．3　砂礫用土取り場

番号	場所	運搬距離	採取可能量	土取り場の状況	評価
F-1	ソソール	主ダムサイトへ 40Km 発電所へ 0.5Km	200,000m^3 以上	トバ湖岸沿いの砂礫堆積地	砂は細骨材に適当 砂礫はフィルター材に適当 取り付容易
F-2	スンブル	主ダムサイトへ 25Km	100,000m^3	砂層、転石まじりの砂礫堆積地	砂は細骨材、フィルター材に適当 転石多く掘削困難 運搬道路建設必要
F-3	スンブルジャへ	主ダムサイトへ 60Km	500,000m^3 以上	玉石、転石まじりの砂礫層、細骨材用に川床から採取中	砂は細骨材、フィルター材に適当 礫は粗骨材に不適当 取り付容易
F-4	—	主ダムサイトへ 100Km	200,000m^3 以上	古い河道中の砂礫堆積地骨材用に採取中	砂礫はコンクリート骨材、フィルター材に適当 取り付容易

C－3　：

土取り場C-3 は，調整ダムサイト下流約 0.5Km，ルヌン川支流のパトワ川右岸に位置している。地形的には，尾根部分にあり，地質的には，表土，風化火山砕屑岩および新鮮な火山砕屑物より成っている。各層の厚さは未確認であるが，採取可能量は約80,000m^3 の所要量に対し十分な，200,000m^3 以上と推定される。排水設備は同様の理由で必要である。

土取り場以外では，余水吐の掘削材は不透水コアー材として使用できよう。余水吐の掘削量は約50,000m^3 で，ほとんど風化および新鮮な火山砕屑物よりなる。

現在実施中の調査作業は次の通りである。

調査作業	C－1	C－2	C－3	余水吐(1)	余水吐(2)	合　計
調査立抗：	3	3	1	1	1	9
オーガボーリング：	9	9	3	3	3	27
トレンチ：	3	3	1	0	2	9

2．室内試験

ロック材および骨材の岩石試験

室内試験の試料は以下の通りである。試験項目および試験数量は，表 6.4に示す。試験は示様書に従って実施されることになっている。

Q－1	Q－3	Q－4	Q－5	Q－7	合　計
3試料	3試料	3試料	3試料	3試料	15試料

フィルター材用の砂試料は次の通りである。これらの砂試料を用いて，細骨材の試験を実施する。

安定性試験　：　F－1　F－3

フィルター材の土質試験

フィルター材用土質試験は以下の砂試料および新鮮な火山砕屑物試料を用いる。試験項目および数量は表 6.4に示す。

C－1	F－1	F－3	Q－3	Q－4	合　計
1試料	1試料	1試料	1試料	1試料	5試料

3．不透水コアー材の土質試験

各土取り場から採取した風化および新鮮な火山砕屑物の試料ならびにこれらの混合試料を用いて，土質試験を実施する。試験の項目および数量は表 6.4に示す。

突固め試験は部分的に，標準プロクター試験を修正プロクター試験に変更する必要があろう。というのは，JICA専門家が行なった予備試験で，火山砕屑物にかなり多量の破砕されよい粒子を含んでおり，それらが突固めた試料のせん断強度や，透水性に影響するかもしれないということが見い出されているからである。

表6．4　室内試験項目および数量

試験項目	試料数
岩石試験	
比重試験，吸水試験	15
すりへり試験	15
安定性試験	15
圧縮試験	15
超音波試験	15
フィルター材の土質試験	
比重試験，吸水試験	5
ふるい試験	5
相対密度試験	5
透水試験	5
三軸圧縮試験	5
不透水コアー材の土質試験	
含水比試験	225
比重試験	38
アッテルベルグ限界	38
粒度分析	49
突固め試験	20
透水試験	18
三軸試験（非排水，排水）	8
圧密試験	8

6．5 水文調査

1984年３月から６月にかけて，JICA専門家とPLN のカウンターパートは水文調査を実施し，資料収集，流量観測、水文解析を行なった。

水文調査の結果は以下の図表に要約されている。

現地のコンサルタントGEO ACE により以下の水文調査がさらに実施されることになっている。

１．自記雨量計２箇および自記水位計１箇の設置

２．新設観測所での観測

３．流量測定

４．送流土砂測定用の採水

５．水質試験のため河川水およびトバ湖水の採水

６．送流土砂測定のための水質試験

７．環境アセスメントのための水質試験

８．資料整理および解析を含む報告書作成

Table 6.5 Recording Period of Collected Rainfall Measurement Data

No.	Station	Location	El. (m)	Daily records	Monthly records	Data sources
1.	Sidikalang	Dairi	1,066		Jan. 1930 - Nov. 1941 (Oct. 1932)	NKDB
					Mar. 1951 - Mar. 1965 (Jan.-Feb. 1951, June & Dec. 1957 & Nov. 1958)	"
2.	Sitinjo	"	1,100	Jan. 1980 - May 1984	Jan. 1978 - May 1984	PMG/WKBPP
3.	Bangun	"	1,280	Sept. 1974 - June 1984 (Nov. 1974)	Mar. 1972 - June 1984	NKDB
4.	Sigalingging	"	1,347	Mar. 1976 - June 1984 (Feb. 1977 & May 1981)	Mar. 1976 - June 1984 (Feb. 1977 & May 1981)	NKDB
5.	Pangiringan	"	1,400	Oct. 1981 - June 1984	Oct. 1981 - May 1984	DPMA
6.	Lae Pondom	"	1,688	Sept. 1973 - June 1984	Sept. 1973 - May 1984	DK
7.	Pangururan	Tapanuli Utara	910		Jan. 1918 - Dec. 1940 (Jan.-June & Dec. 1930, Jan.-June & Aug. 1932)	NKDB
					Jan. 1953 - Dec. 1956	"
				Nov. 1972 - June 1982	Dec. 1972 - June 1982	"
8.	Tele	"	-			
9.	Palpi	"	910		Jan. 1922 - Dec. 1940	NKDB
10.	Huta Garung	"	-			
11.	Dolok Sanggul	"	1,451		Jan. 1936 - Dec. 1939 (July 1936 & July 1937)	NKDB
					Jan. 1954 - Dec. 1959 (Oct.-Nov. 1954, Oct. 1955, Dec. 1956, Jan.-Dec. 1957, Sept.-Dec. 1958 & Feb. & Nov. 1959)	"
					Feb. 1963 - Oct. 1964 (Mar.-June & Sept.-Dec. 1963, & Apr. & May 1964)	"
				Nov. 1972 - May 1982 (May 1979, June-Sept. & Nov. 1981)	Nov. 1972 - May1982 (May 1979, June-Sept. & Nov. 1981)	"
12.	Siborong-borong	"	1,320		Jan. 1936 - Dec. 1939	NKDB
					Mar. 1952 - Dec. 1959 (Apr. & Dec. 1952, Jan.-Dec. 1953, Oct. 1955, Jan.-Dec. 1957, & Oct. & Nov. 1959)	
					Jan. 1961 - Dec. 1961	NKDB
					Jan. 1964 - Nov. 1964	"
				Oct. 1972 - Dec. 1982 (Dec. 1976 & Dec. 1980)	Oct. 1972 - Dec. 1982 (Dec. 1980)	PMG

Table 6.5 Continued

No.	Station	Location	El. (m)	Daily records	Monthly records	Data sources
13.	Huta Barat	Tapanuli Utara	-	June 1976 - June 1984 (Jan.-Oct. & Dec. 1977, Nov. 1978, May, Sept.-Dec. 1979, Mar.-May & Aug.-Dec. 1980, Jan.-May 1981, June 1982 & June 1983)	June 1976 - June 1984 (July-Oct. & Dec. 1977, Nov. 1978, May 1979, Sept.-Dec. 1979, Mar.-May & Aug.-Dec. 1980, Jan.-May 1981, June 1982 & June 1983)	NKDB
14.	Tarutung	"	950		Jan. 1930 - Dec. 1941	NKDB
					Mar. 1954 - Dec. 1959 (Dec. 1954, Mar. 1955, May Dec. 1957, Mar. & Oct. 1958 & Mar. 1959)	
					Jan. 1964 - Dec. 1964	PMG
				Aug. 1972 - Oct. 1972	Aug. 1972 - Oct. 1972	"
				Jan. 1975 - Oct. 1982 (July 1975, Mar.-May & Dec. 1976, Dec. 1978, Dec. 1980 & Jan. 1981)	Jan. 1975 - Oct. 1982 (July 1975, Mar.-May & Dec. 1976, Dec. 1978, Dec. 1980 & Jan. 1981)	"
15.	Balige	"	912		Jan. 1918 - Dec. 1941 (Apr.-Oct. 1919, Oct. 1920, July 1921, Apr., June-Aug. 1922, June 1923 & July & Aug. 1941)	NKDB
					Jan. 1954 - Nov. 1976 (Nov. 1956, May, June, Aug., & Sept. 1957, Aug., Oct.-Dec. 1958, Feb. 1959, Jan. & Feb. 1960, Jan.-Mar. 1961, Sept. & Oct. 1966 & Feb., Apr.-Aug. 1976)	"
				Apr. 1961 - June 1972 (Sept. & Oct. 1966)		"
				July 1972 - May 1982 (Apr. 1976, Dec. 1978 & June 1981)	Dec. 1976 - May 1982 (Dec. 1978 & June 1981)	PMG
16.	Onanrunggu	"	907		Jan. 1922 - Dec. 1940	NKDB
					Jan. 1959 - Dec. 1961 (Mar., Apr. & June 1959 & May, June & Oct. 1960)	"
17.	Ambarita	"	908		Jan. 1919 - Dec. 1940	NKDB
				Apr. 1981	Apr. 1981	PMG
18.	Parapat	Simalungun	920		Jan. 1918 - Dec. 1941	NKDB
					Jan. 1955 - Oct. 1958 (Mar. & Aug.-Dec. 1956, Aug. 1957 & Apr.-July 1958)	"
				Jan. 1975 - Dec. 1975		PMG
				Mar. 1976 - Dec. 1977	Jan. 1974 - Dec. 1982	"

Table 6.5 Continued

No.	Station	Location	El. (m)	Daily records	Monthly records	Data sources
19.	Parparean	Simalungun	910	May 1961 - Nov. 1976 (July & Aug. 1964, Mar., Apr., Sept. & Oct. 1965, Nov. 1966, Jan.-Mar., Sept. & Oct. 1971, Sept., Oct. & Dec. 1972 & Feb., Apr.-Aug.)	May 1961 - Nov. 1976 (July & Aug. 1964, Mar., Apr., Sept. & Oct. 1965, Nov. 1966, Jan.-Mar., Sept. & Oct. 1971, Sept., Oct. & Dec. 1972 & Feb., Apr.-Aug. 1976)	NKDB
					Jan. 1977 - Nov. 1980	PMG
20.	Simangkuk	Tapanuli Utara	1,100	Apr. 1961 - Nov. 1976 (Dec. 1961, Jan.-July 1962, May 1964, May, July & Dec. 1966, Feb. & Apr.-Aug. 1976)	Apr. 1961 - Nov. 1976 (Dec. 1961, Jan.-July 1962, May 1964, May, July & Dec. 1966, Feb. & Apr.-Aug. 1976)	
				Jan. 1977 - Dec. 1978	Jan. 1977 - Nov. 1980	PLN
21.	Pintu Pohan	"	980	July 1961 - Nov. 1976 (Nov. & Dec. 1961, Oct. 1965 & Dec. 1970)	July 1961 - Nov. 1976 (Nov. & Dec. 1961 & Oct. 1965)	NKDB
				Jan. 1977 - Dec. 1978	Jan. 1977 - Nov. 1980	PLN
22.	Parhitean	Asahan	-	Sept. 1981 - Dec. 1981	Sept. 1981 - Dec. 1981	NKDB
23.	Bandar Pulan	"	45		Jan. 1951 - Apr. 1953	NKDB
				May 1953 - Dec. 1982 (Jan.-Oct. 1976)	May 1953 - Dec. 1982 (Jan.-Oct. 1976)	PISPA
24.	Pulau Raja	"	15	Jan. 1951 - Mar. 1982 (Mar., Apr. & Nov. 1970, Apr.-Sept., Nov. & Dec. 1975 & Jan. & Feb. 1981)	Jan. 1951 - Mar. 1982 (Mar., Apr. & Nov. 1970, Apr.-Sept., Nov. & Dec. 1975 & Jan. & Feb. 1981)	RISPA
25.	Tanjung Balai	"	5		Jan. 1937 - Dec. 1939	NKDB
					July 1953 - Dec. 1953	"
26.	Kisaran	"	-		Jan. 1969 - Dec. 1973 (Jan.-Dec. 1970)	NKDB
				Jan. 1971 - Dec. 1980 (Sept. 1972, Dec. 1975, Jan., Feb. & May-Dec. 1976, Feb., Apr., May, July, Aug., Oct.-Dec. 1977, Jan., Feb. & June-Sept. 1978 & Apr. 1980)	Jan. 1974 - Dec. 1980 (Dec. 1975, Jan., Feb., May-Dec. 1976, Feb., Apr., May, July, Aug., Oct.-Dec. 1977, Jan., Feb., June-Sept. 1978, & Apr. 1980)	RISPA
27.	Pematang Siantar	Simalungun	400		Jan. 1930 - Dec. 1941	NKDB
					Jan. 1961 - Aug. 1961 (June & July 1961)	PMG
					Jan. 1964 - Jan. 1965	"
				Jan. 1974 - Dec. 1978 (Aug.-Dec. 1974)	Jan. 1972 - Dec. 1982 (Nov. 1972, Feb. 1973 & July-Dec. 1974)	"

Table 6.5 Continued

No.	Station	Location	El. (m)	Daily records	Monthly records	Data sources
28.	Seribu Dolok	Simalungun	1,418		Jan. 1930 - July 1930 Jan. 1935 - Dec. 1941 Feb. 1953 - Dec. 1958 (Nov. 1953, Mar. & Aug.-Dec. 1956, Jan., Mar. & Apr. 1957)	NKDB " "
				Jan. 1981 - Dec. 1981	Jan. 1981 - Dec. 1981	PMG
29.	Kaban Jahe	Tanah Karo	1,150		Nov. 1935 - Dec. 1941	NKDB
				Jan. 1981 - June 1983 (June 1981, May & Dec. 1982 & Jan. 1983)	Jan. 1981 - June 1983 (June 1981, May & Dec. 1982 & Jan. 1983)	DPUPSU
30.	Kuta Gadung	"	1,290	Jan. 1973 - Dec. 1983	Jan. 1973 - Dec. 1983	BBI
31.	Tibing Tinggi	Deli Serdang	13	June 1953 - Dec. 1981 (Apr. & May 1972, Feb.-Apr. 1975, July-Sept. 1976, Aug. & Sept. 1978 & Aug. 1981)	June 1953 - Dec. 1981 (Feb., Mar. & Apr. 1975, July-Sept. 1976, Aug. & Sept. 1978 & Aug. 1981)	RISPA
32.	Medan	"	14		Apr. 1886 - Dec. 1941	RISPA
				Jan. 1953 - Dec. 1982 (Jan.-Dec. 1949)	Jan. 1948 - Dec. 1982 (Jan.-Dec. 1949)	"
33.	Bindjai	Langkat	28		Jan. 1930 - Dec. 1941 Jan. 1960 - Dec. 1970 (Mar., Apr., Aug.-Oct. 1960, Oct. 1963, Jan., Apr.-Dec. 1965, Jan., Oct. & Nov. 1966, June & July 1967, May-Aug. 1968, Jan. & Feb. 1969 & Aug. 1970)	NKDB "
34.	Cota Cane	Ache	-	Jan. 1977 - July 1977	Jan. 1977- July 1977	PMG
35.	Sibolga	Tapanuli Tengah	-	Jan. 1978 - Dec. 1979	Jan. 1978 - Dec. 1979	PMG

Remarks: 1) Figures in parenthesis show period of data not found in investigation of this time.

2) Data sources are referred to Table .

Table 6.6 List of Data Sources

WKBPP	:	Workshop Kerja Balai Penynluh Pertasian (Agricaltural Reserach Center)
NKDB	:	Data Base of Nippon Koei Co., Ltd.
PMG	:	Pusat Meteorologi dan Geofisika
DPMA	:	Directorat Penyelidikan Masalah Air (The Institute of Hydraulics and Hydrology)
RISPA	:	Research Institute of the Sumatra Planters Association
PLN	:	Perusahaan Umum Listik Negara (State Electricity Corporation)
DPUPSU	:	Dinas Pekerjaan Umum Propinsi Sumatra Utara (Public Works Irrigation Section of North Sumatra Province)
BBI	:	Balai Benih Induk (Plantation Origin Seeding Center)
DK	:	Dinas Kehutanan (Forest Office)

Table 6.7 Annual Rainfall

(Unit: mm)

Year	(1) Sidikalang	(2) Sitinjo	(3) Bangun	(4) Sigalingging	(5) Pangiringan	(6) Lae Pondom	(7) Pangururan	(15) Balige	(32) Medan
1897	-	-	-	-	-	-	-	-	1,733
1898	-	-	-	-	-	-	-	-	1,954
1899	-	-	-	-	-	-	-	-	1,547
1900	-	-	-	-	-	-	-	-	1,603
1901	-	-	-	-	-	-	-	-	1,492
1902	-	-	-	-	-	-	-	-	1,847
1903	-	-	-	-	-	-	-	-	2,029
1904	-	-	-	-	-	-	-	-	1,742
1905	-	-	-	-	-	-	-	-	1,966
1906	-	-	-	-	-	-	-	-	2,216
1907	-	-	-	-	-	-	-	-	1,975
1908	-	-	-	-	-	-	-	-	2,006
1909	-	-	-	-	-	-	-	-	1,692
1910	-	-	-	-	-	-	-	-	2,782
1911	-	-	-	-	-	-	-	-	1,533
1912	-	-	-	-	-	-	-	-	1,773
1913	-	-	-	-	-	-	-	-	2,147
1914	-	-	-	-	-	-	-	-	1,670
1915	-	-	-	-	-	-	-	-	2,333
1916	-	-	-	-	-	-	-	-	2,351
1917	-	-	-	-	-	-	-	-	2,033
1918	-	-	-	-	-	-	(1,087)	-	1,835
1919	-	-	-	-	-	-	(1,076)	-	1,983
1920	-	-	-	-	-	-	(1,272)	-	2,180
1921	-	-	-	-	-	-	(1,373)	-	2,411
1922	-	-	-	-	-	-	(1,973)	(1,424)	2,236
1923	-	-	-	-	-	-	(2,004)	(1,045)	1,971
1924	-	-	-	-	-	-	(1,530)	(1,495)	2,141
1925	-	-	-	-	-	-	(1,468)	(1,607)	2,178
1926	-	-	-	-	-	-	-	(1,037)	1,940
1927	-	-	-	-	-	-	-	(1,389)	2,238
1928	-	-	-	-	-	-	-	(1,005)	1,897
1929	-	-	-	-	-	-	-	(1,335)	1,646
1930	(2,430)	-	-	-	-	-	-	(1,586)	2,128
1931	(2,035)	-	-	-	-	-	(1,035)	(1,385)	2,561
1932	(1,634)	-	-	-	-	-	-	(1,667)	2,283

Table 6.7 Continued

(Unit: mm)

Year	(1) Sidikalang	(2) Sitinjo	(3) Bangun	(4) Sigalingging	(5) Pangiringan	(6) Lae Pondom	(7) Pangururan	(15) Balige	(32) Medan
1933	(1,891)	-	-	-	-	-	(1,172)	(1,425)	1,614
1934	(1,830)	-	-	-	-	-	(905)	(1,335)	1,988
1935	(2,015)	-	-	-	-	-	(1,065)	(1,183)	1,715
1936	(1,479)	-	-	-	-	-	(1,087)	(1,151)	1,944
1937	(1,840)	-	-	-	-	-	(1,241)	(1,532)	1,839
1938	(1,528)	-	-	-	-	-	(1,220)	(1,805)	1,428
1939	(1,391)	-	-	-	-	-	(1,212)	(912)	2,031
1940	(1,792)	-	-	-	-	-	(1,160)	(1,653)	1,874
1941	(1,850)	-	-	-	-	-	-	-	2,073
1942	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1943	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1944	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1945	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1946	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1947	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1948	-	-	-	-	-	-	-	-	1,807
1949	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1950	-	-	-	-	-	-	-	-	2,052
1951	(1,722)	-	-	-	-	-	-	-	1,983
1952	(2,632)	-	-	-	-	-	-	-	2,380
1953	(2,612)	-	-	-	-	-	1,615	-	1,995
1954	(2,824)	-	-	-	-	-	1,694	-	2,184
1955	(2,910)	-	-	-	-	-	1,252	1,663	2,176
1956	(2,448)	-	-	-	-	-	-	-	2,250
1957	(2,444)	-	-	-	-	-	-	-	2,346
1958	(1,774)	-	-	-	-	-	-	-	1,738
1959	(1,809)	-	-	-	-	-	-	-	2,236
1960	(2,455)	-	-	-	-	-	-	-	2,211
1961	(2,144)	-	-	-	-	-	-	-	2,264
1962	(1,813)	-	-	-	-	-	-	-	1,968
1963	(3,563)	-	-	-	-	-	-	-	1,975
1964	(3,001)	-	-	-	-	-	-	-	2,182
1965	-	-	-	-	-	-	-	1,663	2,189
1966	-	-	-	-	-	-	-	-	1,758
1967	-	-	-	-	-	-	-	-	1,976
1968	-	-	-	-	-	-	-	-	1,734

Table 6.7 Continued

(Unit: mm)

Year	(1) Sidikalang	(2) Sitinjo	(3) Bangun	(4) Sigalingging	(5) Pangiringan	(6) Lae Pondom	(7) Pangururan	(15) Balige	(32) Medan
1969	-	-	-	-	-	-	-	-	2,186
1970	-	-	-	-	-	-	-	-	2,236
1971	-	-	-	-	-	-	-	-	2,447
1972	-	-	2,472	-	-	-	-	2,055	2,010
1973	-	-	2,819	-	-	-	-	1,859	2,472
1974	-	-	2,669	-	-	(2,464)	1,727	1,783	2,138
1975	-	-	2,270	-	-	(2,087)	(1,407)	1,834	2,311
1976	-	-	3,017	-	-	(1,638)	-	-	1,906
1977	-	-	2,583	-	-	2,623	-	-	2,070
1978	-	2,620	2,569	2,832	-	2,471	1,622	410	2,306
1979	-	2,665	2,524	3,111	-	3,409	-	-	1,780
1980	-	3,173	2,694	3,444	-	3,181	3,117	1,719	2,332
1981	-	5,372	2,363	(1,740)	-	2,694	-	-	1,840
1982	-	2,131	2,782	2,847	1,979	2,474	-	-	2,076
1983	-	1,982	2,436	2,852	1,941	2,233	-	-	-

Remarks: 1) Figures in parenthesis are with some missed data.

Table 6.8 Monthly Rainfall at Bangun

(Unit: mm)

Year \ Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1972	-	-	181	308	374	87	93	169	345	314	446	155	2,472
1973	74	128	411	338	372	89	184	193	136	393	188	312	2,819
1974	282	162	372	183	291	178	152	80	372	188	234	175	2,669
1975	256	192	235	386	91	81	181	91	237	108	204	209	3,270
1976	143	211	302	315	156	92	213	155	84	408	555	383	3,017
1977	135	331	196	202	64	220	111	74	202	489	360	199	2,583
1978	114	254	204	343	271	83	144	82	168	315	353	240	2,569
1979	134	198	120	184	109	191	206	224	206	257	485	212	2,524
1980	129	106	316	155	244	201	195	136	257	242	414	299	2,694
1981	198	292	82	295	414	52	94	86	188	414	136	113	2,363
1982	60	217	225	269	540	24	102	184	299	293	389	181	2,782
1983	108	75	255	166	370	87	129	168	253	499	112	215	2,436
1984	351	155	356	174	267								
Mean	165	193	250	255	274	115	150	137	229	327	323	224	2,641

Table 6.9 Monthly Rainfall at Sigalingging

(Unit: mm)

Year \ Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1976	-	-	325	349	200	203	249	154	121	542	613	544	-
1977	300	-	178	279	116	-	-	-	-	-	-	382	-
1978	101	156	273	234	344	185	404	219	218	298	128	272	2,832
1979	200	274	198	274	132	225	366	176	247	221	617	180	3,111
1980	175	39	568	420	245	292	162	168	257	276	481	362	3,444
1981	83	202	40	324	-	86	30	43	256	259	158	117	(1,740)
1982	56	333	355	394	262	16	102	59	259	289	413	311	2,847
1983	131	27	193	230	408	170	140	211	400	431	132	379	2,852
1984	529	280	711	432	302								
Mean	197	187	316	326	251	168	208	147	251	331	363	318	2,804

Table 6.10 Monthly Rainfall at Pangiringan

(Unit: mm)

Year \ Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1981	-	-	-	-	-	-	-	-	-	248	118	72	-
1982	56	173	174	259	362	24	85	106	216	184	157	184	1,979
1983	101	142	122	86	155	147	110	130	294	309	109	236	1,941
1984	332	192	452	112	170								
Mean	163	169	249	152	229	86	98	118	260	247	128	164	1,960

* STATION --------- DANGUN
* REGION ---------- SUMATRA UTARA
* DISTRICT -------- DAIRI

* ALTITUDE OF STATION ---- 1280.0 METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1974

+ MONTH ++++ DAY +	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2	0.	-	0.
2	-	-	-	-	-	-	-	-	17.9	0.	-	1.1
3	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	1.0	-	0.1
4	-	-	-	-	-	-	-	-	10.2	2.7	-	48.7
5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.	21.2	-	10.6
6	-	-	-	-	-	-	-	-	6.5	0.	-	0.
7	-	-	-	-	-	-	-	-	0.	0.	-	6.9
8	-	-	-	-	-	-	-	-	17.2	14.3	-	0.
9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.	0.	-	0.
10	-	-	-	-	-	-	-	-	12.1	0.	-	0.
11	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	0.	-	0.
12	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3	2.8	-	5.5
13	-	-	-	-	-	-	-	-	0.	8.3	-	7.8
14	-	-	-	-	-	-	-	-	9.7	16.4	-	7.7
15	-	-	-	-	-	-	-	-	0.	0.6	-	3.7
16	-	-	-	-	-	-	-	-	0.	0.3	-	0.
17	-	-	-	-	-	-	-	-	0.	0.5	-	0.
18	-	-	-	-	-	-	-	-	4.1	2.7	-	11.5
19	-	-	-	-	-	-	-	-	1.9	0.8	-	0.
20	-	-	-	-	-	-	-	-	6.2	0.	-	2.8
21	-	-	-	-	-	-	-	-	6.2	10.7	-	0.
22	-	-	-	-	-	-	-	-	3.5	0.4	-	0.
23	-	-	-	-	-	-	-	-	0.	0.1	-	0.
24	-	-	-	-	-	-	-	-	25.8	2.1	-	0.
25	-	-	-	-	-	-	-	-	12.3	2.6	-	21.4
26	-	-	-	-	-	-	-	-	6.9	1.9	-	0.
27	-	-	-	-	-	-	-	-	12.8	0.	-	11.0
28	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	1.6	-	10.1
29	-		-	-	-	-	-	-	11.2	1.9	-	9.0
30	-		-	-	-	-	-	-	6.2	2.6	-	6.4
31	-		-		-		-	-		12.5		11.4
TOTAL									177.4	108.0		175.7
MAXIMUM									25.8	21.2		48.7
R.DAYS									22	22		17

ANNUAL AMOUNT 461.1 ANNUAL MAXIMUM 48.7

NOTE; HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS; THE RAINFALL GAGE WAS INSTALLED BY NIPPON KOEI FOR ASAHAN NO.2 HYDROELECTRIC PROJECT IN 1972. DATA AROUND THE INSTALLATION WERE MISSED AND THOSE AFTER SEP. 1974 WERE RECORDED UP TO DATE.

SOURCE OF RECORD; NK

CODE NO.; 065202030419 74

Table 8.77 DAILY RAINFALL

* STATION --------- DANGUN
* REGION ---------- SUMATRA UTARA
* DISTRICT -------- DAIRI
* ALTITUDE OF STATION ---- 1280.0 METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1975

MONTH / DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	33.2	0.	0.	1.2	0.	12.4	0.	10.0	2.2	0.	0.9	0.
2	4.3	1.2	2.2	32.2	10.7	0.	0.	20.0	17.9	0.	0.	5.0
3	14.7	2.6	5.1	0.3	16.6	10.6	0.	39.1	0.3	1.2	26.4	1.1
4	10.2	0.	40.5	7.9	0.2	10.6	0.	40.0	10.2	2.7	12.7	4.5
5	30.8	1.7	1.9	17.2	0.	0.	10.8	0.	0.	21.2	0.	5.6
6	53.4	0.	0.	1.6	0.	0.	8.2	0.	6.5	0.	0.	7.3
7	10.7	5.6	1.4	4.1	24.3	0.	0.	0.	0.	0.	0.	11.8
8	7.9	1.3	0.	13.4	0.	0.	0.	0.	17.2	14.3	0.	0.7
9	8.7	126.3	0.	58.2	0.	15.5	17.3	0.	0.	0.	2.6	22.3
10	0.	9.3	1.9	15.7	1.3	0.	0.	14.2	12.1	0.	1.6	3.6
11	0.	27.7	30.0	16.8	0.	6.0	0.	0.	1.1	0.	29.8	1.7
12	0.	1.4	0.	0.7	0.	0.	0.	0.	2.3	2.8	0.	2.6
13	0.	0.	1.4	0.	0.	6.2	0.	0.	0.	8.3	9.1	4.2
14	0.	0.	24.4	4.8	9.2	0.	23.3	5.9	9.7	16.4	0.	0.
15	0.	0.	0.	10.2	0.	0.	0.	0.7	0.	0.6	2.6	0.
16	0.	0.	0.	42.3	0.	0.	0.	0.	0.	0.3	3.6	20.5
17	0.	0.	0.	4.8	0.	0.	0.	0.	0.	0.5	22.2	44.8
18	0.	0.	50.0	52.7	6.0	0.	6.3	0.	4.1	2.7	1.6	0.
19	0.	3.8	0.	27.8	0.	14.9	8.6	0.	1.9	2.8	2.0	0.
20	0.	4.8	0.	1.3	4.5	0.	13.0	0.	6.2	0.	42.5	0.
21	0.	0.	0.	0.	0.	1.2	1.9	0.	6.2	10.5	17.2	0.
22	0.	0.	11.4	17.5	0.	0.	42.2	0.	3.5	0.4	2.9	0.8
23	0.	0.	10.1	0.	4.1	0.	0.	0.	0.	0.1	0.	0.4
24	76.2	0.	0.	38.9	0.	0.	0.	0.	85.8	2.1	0.	17.6
25	0.	0.	0.	8.0	0.	0.	7.6	2.2	12.3	2.6	7.0	3.7
26	1.5	2.3	7.5	1.9	1.3	0.	25.1	25.6	6.9	1.9	1.0	2.0
27	4.6	1.5	0.	0.	0.	0.	4.2	7.5	12.8	0.	6.2	2.3
28	0.	0.	23.2	0.	2.3	0.	0.	22.7	0.8	1.6	1.0	0.
29	0.		11.1	0.	0.	3.0	0.	3.7	11.2	1.9	8.0	0.
30	0.		12.7	11.2	10.0	0.	0.	0.5	6.2	2.6	0.	9.8
31	0.		0.		0.		0.	0.8		12.5		36.5
TOTAL	256.2	191.5	234.8	390.7	90.5	80.4	168.5	192.9	237.4	110.0	200.9	208.8
MAXIMUM	76.2	126.3	50.0	58.2	24.3	15.5	42.2	40.0	85.8	21.2	42.5	44.8
R.DAYS	12	13	16	24	12	9	12	14	22	22	20	22

ANNUAL AMOUNT 2362.6 ANNUAL MAXIMUM 128.3

NOTE; HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS;

SOURCE OF RECORD; NK

CODE NO.; 06520203041975

Table 6.11 DAILY RAINFALL

* STATION --------- BANGUN
* REGION ---------- SUMATRA UTARA
* DISTRICT -------- DAIRI
* ALTITUDE OF STATION ---- 1280.0 METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1976

MONTH / DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	2.3	23.2	29.8	0.7	1.8	5.3	0.	0.	1.5	10.4	173.5	0.
2	2.9	0.	0.	0.	5.9	0.	0.	0.	0.	0.	6.5	0.
3	21.2	0.	22.0	0.	5.7	0.	0.	0.	0.	0.	16.7	25.8
4	1.5	39.5	22.9	12.4	3.9	11.7	0.	0.	0.	0.	0.	0.
5	0.	46.8	33.8	23.2	16.8	0.	6.3	0.	0.	0.	64.0	0.
6	0.	6.7	0.	41.8	1.7	13.9	11.2	0.	0.	13.4	16.7	0.
7	0.	38.0	0.	0.	6.4	11.8	0.	0.	0.	22.3	18.0	0.
8	8.9	2.4	0.	31.2	1.3	0.	12.3	0.	0.	10.5	13.5	0.
9	10.1	0.	0.	36.3	0.	0.	1.6	0.	0.	0.	4.5	14.0
10	1.8	0.	5.9	4.5	1.6	0.	2.5	0.	0.	0.	0.	6.5
11	38.9	37.8	7.8	8.9	0.	0.	0.	0.	0.	27.6	0.	11.9
12	0.	0.	6.4	0.	0.	0.	10.3	0.	0.7	85.4	12.6	6.5
13	5.8	0.	0.	17.4	0.	3.2	0.	0.	2.5	35.8	0.	0.
14	14.9	0.	5.9	18.3	16.3	0.	14.3	0.	0.3	27.2	7.5	61.3
15	9.1	0.	1.5	1.7	43.6	0.	0.	79.6	0.	0.	17.4	20.1
16	4.2	0.	23.7	10.5	37.8	0.	0.	0.	0.	0.	11.8	29.2
17	2.7	0.	4.0	21.2	0.	0.	0.	0.	11.9	0.3	7.0	0.
18	0.	0.	27.5	7.2	0.	0.	0.	0.	7.2	1.4	10.6	9.4
19	0.	0.	0.	4.3	5.6	0.	0.	2.5	1.9	5.5	14.9	3.8
20	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	2.8	0.	106.5	30.2
21	10.5	0.	0.	0.	2.2	0.	5.4	0.	6.7	14.9	3.4	16.2
22	3.5	0.	5.2	19.4	0.	1.9	1.2	14.5	18.4	3.4	5.3	21.1
23	2.3	0.	4.6	10.0	5.8	0.	10.5	26.7	2.9	14.5	1.8	0.7
24	2.2	16.9	4.8	0.	0.	0.	30.9	2.4	2.5	0.	0.	34.5
25	0.	0.	5.4	13.2	0.	0.	20.5	1.5	0.	0.	7.6	13.4
26	0.	0.	27.8	6.3	0.	21.5	2.3	9.7	0.	7.3	0.	2.0
27	0.	0.	45.6	5.4	0.	6.7	3.7	17.9	0.	2.5	20.2	18.6
28	0.	0.	2.6	1.3	0.	11.2	39.5	0.	22.4	25.8	7.8	41.7
29	0.	0.	3.4	3.4	0.	4.7	3.5	0.	2.5	64.5	7.2	4.2
30	0.		6.8	15.9	0.	0.	28.3	0.	0.	7.2	0.	0.
31	0.		4.9		0.		10.4	0.		28.6		12.1
TOTAL	142.8	211.3	302.3	314.5	156.4	91.9	212.7	154.8	84.2	408.5	555.0	383.2
MAXIMUM	38.9	46.8	45.6	41.8	43.6	21.5	39.5	79.6	22.4	85.4	173.5	61.3
R.DAYS	17	8	22	23	15	10	18	8	14	20	23	21

ANNUAL AMOUNT 3017.6 ANNUAL MAXIMUM 173.5

NOTE; HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS;

SOURCE OF RECORD; NK

CODE NO.; 0652020304 1976

Table 3.11 DAILY RAINFALL

* STATION --------- BANGUN
* REGION ---------- SUMATRA UTARA
* DISTRICT -------- DAIRI

* ALTITUDE OF STATION ---- 1280.0 METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1977

MONTH / DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	2.1	0.7	0.	0.	0.	2.6	0.	0.	0.	0.9	2.6	6.7
2	2.3	0.	0.	0.	0.	16.8	0.	0.	0.	18.2	4.6	5.4
3	5.6	9.8	6.9	0.	0.	8.9	0.	10.6	0.	3.9	55.7	30.1
4	32.2	20.5	11.3	0.	0.	49.4	5.6	0.8	22.5	0.9	3.8	11.3
5	0.	0.	0.	0.	0.	46.3	0.	0.	31.6	8.9	17.8	29.1
6	0.	19.4	6.1	0.	0.	4.6	0.	0.	20.4	0.	26.6	3.6
7	0.	3.4	13.2	0.	0.	14.1	25.7	0.	17.1	47.1	10.8	6.4
8	0.	0.	1.8	14.5	0.	0.	2.6	0.	3.1	57.3	4.1	32.2
9	0.	1.2	26.9	0.	27.0	0.	13.6	0.	5.9	7.5	3.6	0.
10	0.	0.	18.6	6.9	2.5	0.	0.	0.	1.1	20.0	0.	0.
11	0.	48.6	0.	1.2	0.	32.5	6.7	0.	0.	18.6	0.	0.
12	0.	7.7	14.5	1.2	0.	0.	3.9	0.	0.	10.1	0.	0.
13	2.9	21.3	7.4	0.	0.	2.0	9.3	11.1	0.	1.7	14.8	0.
14	2.5	4.2	0.	0.	13.1	0.	16.4	0.	2.4	56.6	7.5	1.7
15	1.2	0.	0.	0.	2.8	0.	2.7	0.	0.	10.8	8.5	0.
16	0.	0.	0.	9.7	0.	0.	2.6	4.6	3.2	16.4	2.1	1.8
17	4.3	0.	0.7	25.1	0.	16.0	0.	0.	0.	24.3	18.2	45.7
18	0.	0.	56.8	34.4	0.	9.0	0.	2.6	1.4	3.6	10.3	0.
19	0.	0.	0.	0.	0.	9.1	3.5	0.	0.6	1.4	35.3	0.
20	15.5	4.0	10.3	0.	0.	3.4	15.0	10.8	0.	1.8	36.7	15.2
21	21.1	0.	4.8	0.	0.	5.6	3.0	0.	2.2	7.5	28.4	0.
22	12.4	0.	2.7	41.2	0.	0.	0.	5.0	3.1	0.4	0.	0.
23	0.	8.9	0.	11.4	0.	0.	0.	0.	4.8	7.4	12.1	0.
24	3.4	0.	0.	0.	0.	0.	0.	3.5	13.3	3.0	12.2	9.3
25	0.	0.	0.	17.3	0.	0.	0.	0.	23.8	42.6	19.2	0.
26	0.	13.0	0.	0.	0.	0.	0.	9.0	1.7	19.7	8.4	0.
27	2.3	131.1	0.	10.8	14.3	0.	0.	13.0	17.3	5.0	7.2	0.
28	10.4	37.5	0.	26.8	0.	0.	0.	3.3	20.1	0.	9.3	0.
29	13.9		0.	1.8	3.9	0.	0.	0.	3.0	18.6	0.	0.
30	0.		0.	0.	0.	0.	0.	0.	3.7	26.0	0.	0.
31	3.2		14.0		0.		0.	0.		48.3		0.
TOTAL	135.3	331.3	196.0	202.3	63.6	220.3	110.6	74.3	202.3	488.5	359.8	198.5
MAXIMUM	32.2	131.1	56.8	41.2	27.0	49.4	25.7	13.0	31.6	57.3	55.7	45.7
R.DAYS	16	15	15	13	6	14	13	11	21	29	24	13

ANNUAL AMOUNT 2582.8 ANNUAL MAXIMUM 131.1

NOTE; HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS;

SOURCE OF RECORD; NK

CODE NO.; G652020304 1977

Table 6.11 DAILY RAINFALL

* STATION --------- BANGUN
* REGION ---------- SUMATRA UTARA
* DISTRICT -------- DAIRI

* ALTITUDE OF STATION ---- 1280.0 METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1978

MONTH / DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	0.	8.8	0.	0.	1.2	0.	7.1	3.3	12.9	0.	42.4	0.
2	0.	6.2	10.3	0.	0.	0.	19.8	0.	12.7	32.6	32.5	13.6
3	0.	0.	0.	0.	0.	9.4	0.	7.8	0.	1.1	12.7	65.5
4	0.	0.	13.0	0.	0.	0.	3.4	9.2	0.9	0.	14.5	17.8
5	0.	0.	2.2	4.1	0.	0.	0.	0.	24.6	0.	2.6	18.2
6	0.	0.	0.	6.4	51.2	21.6	0.	0.	29.8	0.	0.	0.
7	0.	9.7	0.	6.6	92.4	0.	0.	0.	0.	0.6	22.8	1.6
8	0.	21.3	4.0	16.6	0.	0.	7.1	0.	1.7	9.2	4.6	0.
9	5.2	6.8	4.7	2.7	20.6	10.4	2.6	0.	2.4	0.	26.5	0.7
10	0.	36.1	1.2	61.0	12.4	4.6	7.3	1.3	0.	0.	4.9	0.
11	0.	0.	6.6	23.2	15.9	9.4	8.0	0.	0.	0.	8.2	0.
12	1.9	5.3	6.1	0.	12.6	5.5	0.	0.	0.	0.	16.3	0.
13	0.	5.2	0.	0.	5.0	0.	0.	28.3	0.	26.9	6.8	14.0
14	0.	12.3	0.	56.5	3.8	0.	0.	13.0	0.	2.0	1.6	0.
15	0.	0.	8.4	0.	0.	0.	0.	10.5	0.	0.	24.0	2.5
16	0.	3.6	16.1	15.2	0.	6.2	6.7	1.7	0.	0.	28.0	2.4
17	30.8	8.4	1.1	17.6	0.	0.	0.	1.2	0.	0.	28.3	0.
18	4.2	56.0	6.9	18.5	11.9	0.	0.	0.	0.	2.3	2.6	0.
19	7.5	3.9	1.1	10.8	4.6	0.	10.4	4.4	2.1	3.4	7.4	0.
20	0.	0.	0.	3.5	1.5	0.	4.4	0.	38.4	3.9	2.4	34.0
21	0.	47.3	1.4	0.	0.	12.6	4.7	0.	6.3	17.2	13.8	34.7
22	0.	11.5	0.	15.7	16.1	0.	0.	0.	12.3	44.2	15.4	1.8
23	18.9	4.3	5.5	2.4	21.3	0.	0.	0.	14.2	7.5	6.4	4.3
24	18.9	0.	6.1	7.0	0.	0.	0.	0.	6.9	13.4	0.	0.
25	23.2	0.	0.	32.5	0.	0.	13.4	1.2	3.2	26.3	0.	0.
26	0.	4.7	0.	10.2	0.	0.	15.2	0.	0.	11.4	1.1	0.
27	0.	1.0	13.5	0.	0.	0.	6.4	0.	0.	25.0	8.9	0.
28	0.	1.2	8.8	32.2	0.	3.4	23.6	0.	0.	11.2	4.5	6.2
29	0.		86.7	0.	0.	0.	3.7	0.	0.	16.8	13.6	0.
30	0.		0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	5.8	0.4	0.
31	3.5		0.		0.		0.	0.		53.8		22.5
TOTAL	114.1	253.6	203.7	342.7	270.5	83.1	143.8	81.9	168.4	314.6	353.2	239.8
MAXIMUM	30.8	56.0	86.7	61.0	92.4	21.6	23.6	28.3	38.4	53.8	42.4	65.5
R.DAYS	9	19	19	19	14	9	16	11	14	20	27	15

ANNUAL AMOUNT 2569.4 ANNUAL MAXIMUM 92.4

NOTE; HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS;

SOURCE OF RECORD; NK

CODE NO.; 0652020304 1978

Table 6.11 DAILY RAINFALL

* STATION --------- BANGUN
* REGION ---------- SUMATRA UTARA
* DISTRICT -------- DAIRI

* ALTITUDE OF STATION ---- 1280.0 METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1979

+ MONTH. +++++ DAY +	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	0.	0.	0.	3.2	4.6	2.8	2.3	0.	2.7	0.	0.	0.
2	0.7	0.	0.	16.0	18.8	4.6	0.	4.0	3.6	0.	16.4	0.
3	0.3	0.	0.	19.2	10.4	9.4	0.	0.	0.	0.	17.8	33.2
4	17.8	0.	0.	2.1	20.2	8.7	0.	0.	0.	0.	8.7	4.5
5	2.1	0.	0.	0.	1.6	1.8	0.	26.6	0.	0.	4.8	16.8
6	0.	2.8	17.6	0.	7.7	21.8	12.3	3.5	0.	0.	66.4	7.8
7	0.	0.	0.	15.2	2.5	2.1	6.1	0.	0.	0.	24.4	78.6
8	0.	0.	0.	0.	0.8	35.2	0.	0.	37.2	0.	1.1	0.
9	3.3	0.	0.	0.	1.8	18.6	0.	0.	39.4	0.	0.	0.
10	30.9	0.	0.	0.	0.	0.	1.7	0.	15.4	0.	65.0	1.2
11	24.5	0.	2.4	18.7	0.	0.	5.2	0.	39.8	76.3	3.4	0.
12	0.	0.	0.	38.4	0.	0.	0.	0.	5.9	0.	6.5	0.
13	7.6	2.4	0.	0.	0.	11.2	0.	0.	9.4	32.6	54.3	5.1
14	18.6	11.8	0.	0.	0.	30.1	29.2	0.	0.	20.3	2.6	7.9
15	7.9	24.8	0.	0.	0.	4.1	1.2	0.	13.2	25.6	18.7	8.7
16	0.	89.0	1.5	0.	0.	2.1	19.6	0.	3.8	7.2	2.9	0.
17	0.	3.5	0.	0.	0.	28.9	7.3	4.8	13.7	9.1	5.9	0.
18	0.	32.6	8.4	0.	0.	0.	10.0	8.3	0.	0.	37.2	0.
19	0.	0.	29.4	0.	0.	0.	2.8	36.6	10.1	2.9	5.1	0.
20	0.	0.	34.1	3.3	0.	0.	18.5	13.6	2.9	21.7	5.9	0.
21	0.	0.	0.	17.3	0.	0.	3.2	34.5	8.9	12.3	7.1	0.
22	20.0	0.	0.	8.0	0.	0.	0.	44.6	0.	0.	1.9	0.
23	0.	21.7	19.3	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	52.7	0.
24	0.	6.2	0.	10.9	0.	3.4	45.1	1.3	0.	0.	0.	0.
25	0.	0.	6.8	0.	0.	6.2	15.8	0.	0.	10.4	2.1	0.
26	0.	0.	0.	8.7	9.1	0.	8.3	7.8	0.	9.0	49.1	0.
27	0.	1.6	0.	0.	0.3	0.	0.	1.7	0.	17.4	24.9	0.
28	0.	1.2	0.	2.3	18.3	0.	0.	17.3	0.	11.9	0.	0.
29	0.		0.	3.6	12.6	0.	17.1	0.	0.	0.	0.	0.
30	0.		0.	16.7	0.	0.	0.	14.7	0.	0.	0.	1.5
31	0.		0.		0.7		0.	4.3		0.		46.7
TOTAL	133.7	197.6	119.7	183.6	109.4	191.0	205.7	223.6	206.0	256.7	484.9	212.0
MAXIMUM	30.9	89.0	34.1	38.4	20.2	35.2	45.1	44.6	39.8	76.3	66.4	78.6
R.DAYS	11	11	8	15	14	16	17	15	14	13	24	11

ANNUAL AMOUNT 2523.9 ANNUAL MAXIMUM 89.0

NOTE; HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS;

SOURCE OF RECORD; NK

CODE NO.; 06520203041979

Table 6.11

DAILY RAINFALL

* STATION --------- BANGUN
* REGION ---------- SUMATRA UTARA
* DISTRICT -------- DAIRI

* ALTITUDE OF STATION ---- 1280.0 METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1980

MONTH / DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	5.2	0.	5.4	1.5	0.	7.9	15.5	3.0	0.	0.3	0.7	1.2
2	0.	11.2	13.1	0.	22.5	5.6	0.	6.3	0.	12.5	31.9	7.9
3	0.	0.	16.8	0.	16.5	67.4	0.	28.7	0.	28.6	14.3	0.
4	0.	0.	19.4	0.	34.2	6.2	0.	0.3	33.5	16.4	26.4	0.
5	0.	1.5	18.3	0.	14.6	28.3	0.	1.7	3.4	11.2	23.2	10.3
6	17.1	1.7	12.3	0.	11.9	1.8	0.	0.	0.	0.5	3.5	1.5
7	0.	0.	2.6	0.	0.	6.8	0.	3.2	0.	4.0	0.8	2.3
8	0.	0.	1.2	0.	10.6	0.	3.5	0.7	4.3	3.6	8.4	26.3
9	1.6	0.	0.	19.3	0.	0.7	5.3	6.0	0.	7.7	20.2	21.6
10	0.	0.	1.5	4.2	0.	4.4	0.	0.	0.	3.3	4.6	12.5
11	0.	0.	3.6	3.0	0.	3.4	0.	0.	0.	6.7	21.7	3.7
12	7.6	0.	13.5	22.6	1.2	4.9	0.	28.2	0.	4.3	5.2	0.
13	0.	0.	5.4	13.7	0.	8.6	0.	0.	0.	6.0	1.2	13.4
14	0.	0.	0.	10.5	5.9	0.	13.7	1.2	0.	6.2	30.7	0.6
15	0.	7.7	15.7	1.8	20.6	0.	8.9	0.	0.	14.5	0.5	0.
16	0.	21.2	21.3	0.	1.5	0.	2.3	5.5	0.	2.0	7.0	44.5
17	0.	2.1	16.1	0.	0.	0.	0.	0.	1.3	0.	43.6	1.5
18	0.	0.	6.7	0.	0.	0.	1.0	0.	24.7	0.	2.2	15.9
19	0.	0.	7.6	0.	8.9	0.	10.6	0.	27.8	8.9	4.3	27.4
20	2.1	0.	22.5	2.5	0.	0.	32.7	0.	63.4	0.	32.7	20.5
21	10.7	0.	2.6	10.4	0.	0.	8.4	0.	0.	0.	5.7	21.8
22	63.5	0.	4.3	25.2	0.	11.1	6.0	17.2	12.8	0.	25.2	13.2
23	0.	6.3	12.4	3.9	0.	6.9	1.4	0.3	10.9	2.4	57.4	10.8
24	0.	4.2	21.2	0.	18.4	36.5	0.	5.8	23.9	0.	7.0	3.9
25	0.	5.5	0.2	0.	12.7	0.	17.8	0.	12.7	0.	3.0	0.
26	14.2	0.	0.	10.7	43.4	0.	0.	0.	10.8	0.	14.6	0.
27	0.	20.6	5.5	5.6	0.	0.	4.1	0.	0.	0.	2.5	0.
28	0.	2.9	19.4	9.2	0.	0.	0.	5.4	18.0	28.5	0.	0.
29	0.	21.2	3.5	7.3	0.	0.	1.2	22.9	9.8	40.6	7.9	8.7
30	4.3		21.7	13.6	5.0	0.	2.0	0.	0.	15.3	7.8	26.8
31	2.4		22.1		15.9		60.3	0.		18.7		3.0
TOTAL	128.7	106.1	315.9	165.0	243.8	200.5	194.7	136.4	257.3	242.2	414.2	299.3
MAXIMUM	63.5	21.2	22.5	25.2	43.4	67.4	60.3	28.7	63.4	40.6	57.4	44.5
R.DAYS	10	12	28	17	16	15	17	16	14	22	29	23

ANNUAL AMOUNT 2704.1 ANNUAL MAXIMUM 67.4

NOTE; HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS;

SOURCE OF RECORD; NK

CODE NO.; 06520203041980

Table 6.11 DAILY RAINFALL

* STATION --------- BANGUN
* REGION ---------- SUMATRA UTARA
* DISTRICT -------- DAIRI
* ALTITUDE OF STATION ---- 1280.0 METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1981

MONTH / DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	0.	0.	0.	34.8	16.5	1.9	0.	1.9	4.2	1.9	5.9	0.7
2	8.1	7.9	0.	38.9	17.4	0.	0.	0.	4.9	0.	0.	12.3
3	38.2	16.3	0.	55.6	17.5	0.	0.	0.	8.6	1.3	0.7	3.6
4	6.5	10.4	0.	31.1	8.5	0.	0.	0.	10.3	0.	0.4	0.8
5	0.	0.	2.8	0.	0.	18.9	0.	0.	9.7	0.	12.8	0.
6	0.6	0.	0.	20.3	0.	4.4	0.	0.	6.3	0.	0.	24.7
7	12.7	0.	0.	3.9	0.	0.	0.	0.	0.	14.7	0.	1.9
8	56.4	9.5	0.	21.5	0.	1.0	0.	0.	11.9	0.	0.	20.6
9	0.	6.2	22.3	10.1	48.3	3.3	0.	0.	18.9	55.4	0.	0.
10	0.	5.9	16.4	13.6	28.5	0.	0.	0.	5.9	0.	3.4	0.
11	0.	3.4	3.1	7.5	3.4	11.3	1.0	0.	7.6	24.3	0.	0.
12	0.	19.2	0.	6.7	8.5	0.	0.	0.	6.5	29.6	0.	0.
13	0.	38.7	0.	0.	32.1	0.	5.0	0.	35.2	14.3	4.3	0.
14	0.	0.	0.	11.1	33.9	4.5	0.	0.	7.7	12.9	0.	15.2
15	0.	0.	0.	0.	0.8	0.	6.4	0.	16.5	4.8	0.	0.
16	0.	0.	0.	0.	1.2	0.	10.4	0.	3.2	24.2	6.9	2.6
17	0.	0.	0.	5.2	11.4	0.	5.6	0.	0.	0.	0.8	0.
18	0.	0.	0.	0.	96.1	0.	0.	6.4	0.	0.	4.1	0.
19	0.	34.2	36.9	8.3	0.	0.	6.4	9.3	9.4	0.	0.	0.
20	0.	14.5	0.	2.7	0.	0.	0.	0.	6.1	13.7	38.9	0.
21	7.3	13.2	0.	1.2	0.	0.	28.6	0.	0.	21.4	7.2	0.
22	28.6	14.5	0.	4.1	0.	0.	4.7	4.8	10.5	42.3	11.7	0.
23	0.	8.9	0.	0.	0.	0.	0.	3.2	1.1	29.2	26.6	0.
24	0.	18.9	0.	0.	19.3	4.2	0.	9.5	3.5	21.6	0.	20.7
25	0.	6.7	0.	0.	1.2	2.2	0.	0.	0.	9.5	2.7	0.
26	0.	36.7	0.	0.	13.7	0.	0.	0.	0.	6.0	0.	0.
27	0.	26.5	0.	0.	38.9	0.	0.	0.	0.	32.4	0.	0.
28	0.	0.	0.	5.1	15.5	0.	5.5	0.	0.	9.4	5.2	0.
29	39.5		0.	0.	1.3	0.	15.4	0.	0.	27.9	1.9	0.
30	0.		0.	13.4	0.	0.	2.5	13.4	0.	16.3	2.1	5.7
31	0.		0.		0.		2.3	37.8		1.1		4.5
TOTAL	197.9	291.6	81.5	295.1	414.0	51.7	93.8	86.3	188.0	414.2	135.6	113.3
MAXIMUM	56.4	38.7	36.9	55.6	96.1	18.9	28.6	37.8	35.2	55.4	38.9	24.7
R.DAYS	9	18	5	19	20	9	12	8	20	22	17	12

ANNUAL AMOUNT 2363.0 ANNUAL MAXIMUM 96.1

NOTE; HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS;

SOURCE OF RECORD; NK

CODE NO.; C6520203041981

Table 6.11 DAILY RAINFALL

* STATION --------- BANGUN
* REGION ---------- SUMATRA UTARA
* DISTRICT -------- DAIRI

* ALTITUDE OF STATION ---- 1280.0 METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1982

+ MONTH. ++++ DAY +	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	9.4	0.	0.	0.	5.3	0.	0.	0.	3.9	0.	6.1	0.
2	9.9	0.	9.1	1.9	17.9	2.9	0.	0.	41.3	0.	0.	0.
3	0.	9.8	10.3	22.6	0.	0.	5.2	0.	1.3	7.2	0.	0.
4	1.2	78.4	8.8	23.4	0.	9.6	4.1	13.2	0.	29.7	15.3	0.
5	0.	14.5	0.	1.2	6.5	2.4	7.9	0.	0.	23.6	28.4	0.
6	0.	1.0	0.	6.4	15.0	0.	1.7	0.5	12.3	37.5	1.4	2.3
7	0.	9.6	26.6	7.8	0.	0.	2.3	0.	13.1	0.	1.5	23.5
8	3.3	7.7	3.1	6.4	41.4	0.	0.	3.8	4.8	0.	16.2	12.4
9	0.	14.5	0.	0.	0.	0.	0.	0.9	0.	4.8	16.6	9.1
10	0.	6.7	18.8	6.7	0.	0.	4.9	0.	0.	0.9	32.9	13.0
11	0.	0.	0.	23.3	0.	0.	0.	2.9	51.6	0.	53.5	0.
12	0.	0.	0.	5.8	103.4	0.	0.	0.8	8.1	17.9	31.8	1.2
13	1.7	0.	7.9	8.4	3.6	0.	0.	21.8	13.9	26.5	12.7	0.
14	5.4	0.	0.	0.	17.6	2.9	0.	66.3	0.	1.2	14.2	0.6
15	0.	0.	0.	0.	36.2	0.	7.6	3.5	0.	32.4	0.	0.
16	0.	0.	0.	11.2	46.6	0.	5.4	0.	43.5	6.3	0.	0.
17	0.	0.	10.6	0.	43.3	0.	44.6	0.	0.	8.8	10.7	5.4
18	0.	27.6	3.2	4.1	46.3	0.	0.	44.3	26.8	7.2	0.	9.3
19	0.	0.	0.	47.2	11.2	0.	2.3	0.	0.	20.9	2.2	0.
20	5.3	1.1	32.9	45.1	8.3	0.	7.4	0.5	14.3	12.3	32.7	0.
21	0.	0.	2.3	15.1	5.2	0.	0.	6.8	39.1	3.1	26.9	9.4
22	0.	6.0	13.2	8.6	64.3	0.	0.	0.	0.3	6.3	0.	0.
23	0.	3.2	44.2	0.	9.1	0.	0.	2.7	0.6	3.2	2.5	5.4
24	7.3	0.	25.1	16.1	20.1	0.	2.5	15.0	0.	0.	7.2	0.
25	0.	6.5	0.	6.4	1.2	0.	0.	0.	11.3	0.	0.	3.2
26	0.	0.	0.	1.4	0.	0.	0.	0.	0.	18.6	57.3	0.
27	1.5	7.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	17.6	0.
28	14.5	23.6	8.4	0.	32.3	0.	0.	0.	0.	0.8	7.6	0.
29	0.		0.	0.	0.	5.7	0.	1.2	4.8	3.3	0.	23.4
30	0.		0.	0.	1.6	0.	0.	0.	1.5	14.2	0.	32.8
31	0.		0.		3.9		6.4	0.		6.1		29.6
TOTAL	59.5	217.2	224.5	269.1	540.3	23.5	102.3	184.2	292.5	292.8	395.3	180.6
MAXIMUM	14.5	78.4	44.2	47.2	103.4	9.6	44.6	66.3	51.6	37.5	57.3	32.8
R.DAYS	10	15	15	20	22	5	13	15	18	23	21	15

ANNUAL AMOUNT 2781.8 ANNUAL MAXIMUM 103.4

NOTE; HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS;

SOURCE OF RECORD; NK

CODE NO.; 0652020304 1982

Table 6.11 DAILY RAINFALL

* STATION ---------- BANGUN
* REGION ---------- SUMATRA UTARA
* DISTRICT -------- DAIRI

* ALTITUDE OF STATION ---- 1280.0 METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1983

MONTH / DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	53.7	0.	8.2	0.	85.7	0.	0.	0.	0.	0.	0.	4.1
2	22.6	0.	0.	0.	0.	0.	0.	4.6	0.	0.	4.3	9.2
3	10.6	3.8	0.	14.8	14.2	0.	1.6	0.	0.	5.1	4.2	9.4
4	2.5	0.	0.	0.	0.	0.	0.	4.9	13.3	7.3	47.4	17.8
5	0.	0.	0.	0.	0.	4.5	0.	0.	21.2	19.7	4.0	7.5
6	0.	0.	0.	14.3	0.	0.	0.	2.4	17.4	24.9	0.	0.
7	0.	0.	0.	0.	0.	4.9	0.	0.	12.7	25.4	0.	3.7
8	0.	0.	0.	0.	24.4	0.	3.7	0.	25.2	0.	0.	18.3
9	0.	0.	10.5	0.	99.8	0.	9.0	0.	29.5	0.	0.	0.
10	0.	0.	8.2	16.2	7.0	0.	9.2	44.3	0.	0.	0.	0.
11	1.9	0.	12.3	0.	0.	0.	9.5	0.	0.	7.9	7.6	22.3
12	0.	0.	0.8	4.0	25.5	0.	5.1	0.	18.5	0.7	0.	42.7
13	0.	0.	9.9	1.9	8.1	0.	0.	0.	1.8	15.6	0.	2.7
14	0.	0.	60.6	0.	0.	21.7	0.	4.5	0.	20.3	0.	22.8
15	0.	0.	10.1	0.	5.9	0.	0.	20.5	5.6	41.9	0.	22.2
16	0.	56.4	0.4	0.	15.8	18.6	0.	8.4	8.3	50.8	0.	16.1
17	0.	0.	4.2	0.	0.	14.4	35.3	0.	5.6	48.9	0.	1.8
18	3.2	0.5	1.7	1.2	0.	4.4	0.	0.	19.4	32.3	0.	0.
19	0.	0.	0.	17.2	0.	14.5	0.	0.	5.6	45.7	0.	0.
20	0.	2.5	26.3	14.0	13.5	0.	0.	0.	9.1	44.5	0.	0.
21	4.1	0.	10.1	0.	0.	4.4	10.5	11.1	21.5	2.6	0.	0.
22	0.	0.	0.	0.	11.4	0.	0.	0.	0.	10.3	0.	5.8
23	0.	0.	0.	4.2	0.5	0.	0.	0.	0.	0.	3.6	6.7
24	8.9	0.	0.	11.3	5.0	0.	0.	12.9	0.	0.	0.	0.
25	0.	6.8	0.	31.3	21.4	0.	3.7	3.1	0.	7.7	0.	0.
26	0.	2.6	7.2	0.	31.7	0.	0.	23.2	0.	0.	17.6	0.
27	0.	0.	2.2	35.9	0.	0.	8.3	1.0	0.7	19.0	19.6	0.
28	0.	2.8	13.1	0.	0.	0.	9.4	4.5	8.3	6.8	0.	0.
29	0.		24.2	0.	0.	0.	10.4	21.8	11.5	13.2	0.	0.
30	0.		44.5	0.	0.	0.	13.2	0.5	17.9	21.7	4.0	1.4
31	0.		0.		0.		0.	0.		10.3		0.
TOTAL	107.5	75.4	254.5	166.3	369.9	87.4	128.9	167.7	253.1	482.6	112.3	214.5
MAXIMUM	53.7	56.4	60.6	35.9	99.8	21.7	35.3	44.3	29.5	50.8	47.4	42.7
R.DAYS	8	7	18	12	15	8	13	15	19	23	9	17

ANNUAL AMOUNT 2420.1 ANNUAL MAXIMUM 99.8

NOTE; HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS;

SOURCE OF RECORD; NK

CODE NO.; 0652020304198 3

Table 6.11 DAILY RAINFALL

* STATION --------- BANGUN
* REGION ---------- SUMATRA UTARA
* DISTRICT -------- DAIRI
* ALTITUDE OF STATION ---- 1280.0 METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1984

MONTH / DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	0.	19.4	25.6	3.7	12.3	10.9	-	-	-	-	-	-
2	0.	1.4	8.2	5.4	5.9	2.6	-	-	-	-	-	-
3	0.	4.1	4.2	21.1	7.0	0.	-	-	-	-	-	-
4	0.	4.9	0.	0.	35.6	0.	-	-	-	-	-	-
5	2.1	0.	0.	0.	3.2	6.7	-	-	-	-	-	-
6	0.	0.	0.	0.	4.0	20.1	-	-	-	-	-	-
7	0.	0.	3.1	0.	7.2	0.	-	-	-	-	-	-
8	12.3	4.3	17.0	5.7	1.6	0.	-	-	-	-	-	-
9	58.6	0.	29.2	9.6	19.8	0.	-	-	-	-	-	-
10	6.2	0.	32.4	9.1	19.9	0.	-	-	-	-	-	-
11	7.8	0.	20.4	2.9	0.	0.	-	-	-	-	-	-
12	22.0	0.	0.	0.	2.1	0.	-	-	-	-	-	-
13	17.2	35.4	4.2	0.	12.6	4.6	-	-	-	-	-	-
14	17.4	0.	4.1	47.2	0.	0.	-	-	-	-	-	-
15	18.3	0.	0.	4.7	0.	0.	-	-	-	-	-	-
16	0.	0.	4.9	8.5	14.7	15.6	-	-	-	-	-	-
17	0.	0.	14.5	18.4	27.1	0.	-	-	-	-	-	-
18	0.	4.9	0.	0.	4.7	1.9	-	-	-	-	-	-
19	5.1	0.	0.	0.	0.	16.7	-	-	-	-	-	-
20	19.9	3.4	0.	0.	25.4	0.	-	-	-	-	-	-
21	17.0	0.	24.8	0.	3.3	8.8	-	-	-	-	-	-
22	15.5	0.	14.3	0.	0.	0.	-	-	-	-	-	-
23	9.1	0.	0.	6.6	0.	0.	-	-	-	-	-	-
24	22.1	44.4	11.3	0.	0.	0.	-	-	-	-	-	-
25	18.0	16.8	39.1	0.	0.	27.3	-	-	-	-	-	-
26	2.7	3.6	1.9	26.3	0.	0.	-	-	-	-	-	-
27	0.	0.	36.6	0.	0.	0.	-	-	-	-	-	-
28	3.4	7.8	4.3	0.	0.	0.	-	-	-	-	-	-
29	12.3	4.8	24.6	0.	21.2	0.	-	-	-	-	-	-
30	47.6		8.6	5.1	9.2	0.	-	-	-	-	-	-
31	16.4		22.6		29.9		-	-		-		-
TOTAL	351.0	155.2	355.9	174.3	266.7	115.2						
MAXIMUM	58.6	44.4	39.1	47.2	35.6	27.3						
R.DAYS	21	13	22	14	20	10						

ANNUAL AMOUNT 1418.3 ANNUAL MAXIMUM 58.6

NOTE; HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS;

SOURCE OF RECORD; NK

CODE NO.; 0652020304198 4

Table 6.11 DAILY RAINFALL

* STATION --------- SIGALINGING
* REGION ---------- SUMATRA UTARA
* DISTRICT -------- DAIRI

* ALTITUDE OF STATION ---- 1347.0 METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1976

+ MONTH. +++++ DAY +	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	-	-	4.8	0.	11.4	4.3	0.	0.	0.	16.0	49.4	0.
2	-	-	5.7	0.	3.6	0.	0.	0.	0.	0.	14.6	0.
3	-	-	0.3	5.2	7.9	11.6	0.	0.	0.	0.	32.7	9.5
4	-	-	52.4	5.3	6.8	21.7	0.	0.	1.3	0.	0.	0.
5	-	-	3.3	16.8	13.7	6.2	36.4	0.	0.	0.	22.3	0.
6	-	-	0.	5.6	16.3	42.8	16.7	0.	0.	9.1	56.5	0.
7	-	-	2.3	0.	9.7	47.8	0.	0.	5.0	26.4	28.5	0.
8	-	-	7.6	56.7	1.6	0.	22.6	0.	0.	36.7	52.2	0.
9	-	-	13.7	9.8	0.	0.	0.8	0.	0.	22.3	44.8	0.
10	-	-	53.8	17.4	0.	0.	0.	0.	0.	0.	18.4	0.
11	-	-	0.	0.	0.	7.0	0.	0.	0.	26.4	0.	6.5
12	-	-	0.	9.5	26.6	0.	0.	0.	0.	76.6	0.	15.0
13	-	-	12.1	13.4	1.5	13.4	0.	0.	3.4	56.6	0.	0.
14	-	-	0.	28.6	34.7	0.	22.7	0.	0.	48.7	14.6	96.9
15	-	-	0.	0.	0.	0.	3.0	36.0	0.	12.0	11.5	42.4
16	-	-	0.	4.9	48.8	0.	0.	4.6	0.	0.	12.5	48.7
17	-	-	0.8	4.8	0.	0.	0.	0.	15.0	0.	13.8	6.3
18	-	-	0.	32.4	0.	0.	0.	0.	5.4	6.2	26.2	8.3
19	-	-	0.	7.6	0.	0.	0.	0.	0.	16.6	8.6	4.5
20	-	-	5.8	0.	7.5	0.	0.	0.	0.	0.	66.2	34.4
21	-	-	0.	0.	0.	0.	0.	33.6	0.	26.3	18.4	38.6
22	-	-	10.2	17.0	4.2	0.	1.4	4.8	26.4	13.7	0.	3.6
23	-	-	7.8	0.	0.	0.	0.	34.7	6.0	6.4	16.8	80.2
24	-	-	36.7	9.4	0.	0.	44.3	0.	7.5	0.	9.4	0.
25	-	-	28.6	34.6	0.	0.	22.7	13.0	0.	8.0	52.5	12.3
26	-	-	44.8	3.6	0.	11.4	20.0	27.4	0.	6.2	6.0	66.7
27	-	-	3.8	47.3	0.	19.8	9.4	0.	2.0	0.	8.4	0.
28	-	-	0.	3.4	5.6	17.3	9.0	0.	36.4	36.3	0.	53.6
29	-	-	15.3	0.	0.	0.	8.0	0.	12.7	46.2	28.6	0.
30	-		18.2	7.8	0.	0.	23.6	0.	0.	0.	0.	6.4
31	-		0.		0.		8.2	0.		45.6		10.5
TOTAL			324.9	349.1	200.2	203.3	248.8	154.1	121.1	542.3	612.9	544.4
MAXIMUM			52.4	56.7	48.8	47.8	44.3	36.0	36.4	76.6	66.2	96.9
R.DAYS			20	21	15	11	15	7	11	20	23	18

ANNUAL AMOUNT 3301.1 ANNUAL MAXIMUM 96.9

NOTE: HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS:

SOURCE OF RECORD: NK

CODE NO.: 065202010419 76

Table 6.11 DAILY RAINFALL

* STATION --------- SIGALINGING
* REGION ---------- SUMATRA UTARA
* DISTRICT -------- DAIRI

* ALTITUDE OF STATION ---- 1347.0 METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1977

MONTH / DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	5.4	-	0.	0.	0.	-	-	-	-	-	-	42.3
2	15.6	-	0.	0.	0.	-	-	-	-	-	-	36.7
3	14.3	-	0.	0.	0.	-	-	-	-	-	-	48.6
4	0.	-	0.	0.	0.	-	-	-	-	-	-	17.6
5	48.7	-	0.	0.	0.	-	-	-	-	-	-	35.6
6	0.	-	0.	0.	0.	-	-	-	-	-	-	32.4
7	18.2	-	0.	0.	0.	-	-	-	-	-	-	22.3
8	0.	-	0.	0.	5.0	-	-	-	-	-	-	0.
9	0.	-	19.5	0.	44.0	-	-	-	-	-	-	96.7
10	0.	-	19.8	48.0	6.0	-	-	-	-	-	-	0.
11	0.	-	0.	26.0	0.	-	-	-	-	-	-	0.
12	0.	-	55.6	0.	32.0	-	-	-	-	-	-	0.
13	0.	-	0.	0.	0.	-	-	-	-	-	-	0.
14	22.3	-	0.	0.	0.	-	-	-	-	-	-	0.
15	0.	-	0.	5.0	0.	-	-	-	-	-	-	0.
16	0.	-	0.	22.0	0.	-	-	-	-	-	-	0.
17	12.0	-	16.3	27.0	0.	-	-	-	-	-	-	0.
18	22.5	-	0.	0.	0.	-	-	-	-	-	-	0.
19	32.0	-	0.	0.	8.0	-	-	-	-	-	-	0.
20	14.6	-	40.5	34.0	0.	-	-	-	-	-	-	0.
21	0.	-	10.7	0.	0.	-	-	-	-	-	-	0.
22	13.0	-	0.	45.0	0.	-	-	-	-	-	-	0.
23	32.4	-	0.	15.0	0.	-	-	-	-	-	-	0.
24	-	-	0.	0.	0.	-	-	-	-	-	-	0.
25	-	-	12.4	19.0	0.	-	-	-	-	-	-	0.
26	-	-	3.5	12.0	0.	-	-	-	-	-	-	0.
27	24.5	-	0.	4.0	21.0	-	-	-	-	-	-	0.
28	16.5	-	0.	10.0	0.	-	-	-	-	-	-	0.
29	8.3		0.	12.0	0.	-	-	-	-	-	-	48.8
30	0.		0.	0.	0.	-	-	-	-	-	-	0.
31	0.		0.		0.		-	-		-		0.
TOTAL	300.3		172.3	279.0	116.0							381.0
MAXIMUM	48.7		55.6	48.0	44.0							96.7
R.DAYS	15		8	13	6							9

ANNUAL AMOUNT 1254.6 ANNUAL MAXIMUM 96.7

NOTE; HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS;

SOURCE OF RECORD; DK

CODE NO.; 06520201041977

Table 6.11 DAILY RAINFALL

* STATION --------- SIGALINGING
* REGION ---------- SUMATRA UTARA
* DISTRICT -------- DAIRI

* ALTITUDE OF STATION ---- 1347.0 METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1978

MONTH / DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	0.	0.	0.	0.	12.8	0.	0.	12.0	0.	0.	8.2	24.0
2	0.	0.	0.	0.	0.	5.2	0.	16.8	0.	18.0	4.2	8.2
3	0.	0.	5.8	0.	39.7	12.8	45.5	7.2	9.5	23.0	3.0	18.3
4	0.	0.	0.	0.	0.	0.	5.0	0.	15.0	0.	2.6	7.0
5	0.	0.	0.	26.2	15.0	7.5	15.0	0.	0.	0.	3.0	6.0
6	0.	0.	0.	0.	45.2	22.0	0.	0.	22.0	0.	5.0	18.5
7	0.	0.	0.	50.3	0.	8.0	0.	0.	13.0	0.	0.	13.2
8	0.	0.	0.	0.	0.	0.	20.2	0.	8.4	0.	0.	0.
9	0.	0.	0.	0.	13.0	14.5	0.	0.	10.5	0.	15.0	6.0
10	6.2	0.	0.	21.4	26.0	0.	36.0	0.	0.	0.	4.2	0.
11	0.	0.	0.	22.3	30.7	8.4	0.	13.5	7.5	0.	7.2	3.0
12	0.	0.	0.	0.	0.	7.5	0.	4.3	0.	22.2	0.	0.
13	0.	32.6	26.5	26.6	21.8	0.	0.	24.7	0.	28.4	0.	15.0
14	0.	0.	0.	0.	18.0	0.	40.7	15.4	0.	0.	7.0	8.0
15	0.	0.	0.	0.	0.	0.	25.3	8.6	25.7	0.	4.3	6.6
16	0.	0.	0.	42.0	10.4	0.	0.	16.5	6.4	0.	4.0	16.0
17	0.	0.	0.	15.7	12.0	12.0	28.4	8.5	0.	0.	4.5	9.4
18	0.	0.	0.	0.	8.6	0.	16.0	0.	0.	0.	2.0	26.0
19	66.4	65.4	99.2	0.	0.	7.0	0.	14.0	18.0	0.	0.	13.0
20	0.	0.	0.	0.	21.0	0.	0.	0.	22.4	8.8	0.	10.5
21	0.	0.	0.	0.	13.7	0.	10.2	0.	18.9	18.4	6.0	28.0
22	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	9.8	0.	12.6	15.0	10.8
23	0.	0.	0.	26.0	28.6	11.4	0.	18.2	22.0	24.8	8.0	8.0
24	28.6	0.	45.7	0.	16.0	13.6	48.0	0.	18.4	15.0	16.0	16.4
25	0.	54.6	0.	0.	0.	0.	23.0	0.	0.	0.	0.	0.
26	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	25.0	0.	0.
27	0.	0.	26.3	0.	0.	0.	0.	7.6	0.	23.0	2.0	0.
28	0.	0.	0.	0.	0.	15.0	36.0	8.4	0.	24.6	7.0	0.
29	0.		0.	0.	2.6	18.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.
30	0.		66.5	0.	1.4	22.4	45.5	28.0	0.	17.4	0.	0.
31	0.		0.		0.		8.8	6.0		36.8		0.
TOTAL	101.2	155.6	273.0	233.5	338.5	185.3	403.6	219.5	217.7	298.0	128.2	271.9
MAXIMUM	66.4	65.4	99.2	50.3	45.2	22.4	48.0	28.0	25.7	36.8	16.0	28.0
R.DAYS	3	3	6	5	18	15	15	17	14	14	20	21

ANNUAL AMOUNT 2826.0 ANNUAL MAXIMUM 99.2

NOTE: HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS:

SOURCE OF RECORD: NA

CODE NO.: 06520201341975

Table 6.11 DAILY RAINFALL

* STATION --------- SIGALINGING
* REGION ---------- SUMATRA UTARA
* DISTRICT -------- DAIRI
* ALTITUDE OF STATION ---- 1347.0 METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1979

MONTH / DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	0.	0.	0.	8.4	8.2	3.3	0.	0.	18.4	0.	0.	0.
2	115.0	0.	0.	45.7	0.	2.5	11.5	0.	12.8	0.	11.2	0.
3	19.5	0.	0.	13.0	0.	4.7	0.	2.6	3.3	0.	22.4	15.4
4	0.	0.	0.	8.4	0.	6.3	0.	2.4	1.2	0.	15.1	18.4
5	8.5	0.	0.	0.	4.8	5.7	0.	0.	9.8	0.	22.8	5.2
6	4.3	0.	95.0	0.	6.5	0.	12.5	31.6	0.	0.	0.	17.7
7	0.	0.	0.	25.0	0.	8.8	21.4	3.5	0.	0.	0.	14.2
8	0.	0.	0.	0.	3.5	16.5	8.6	0.	21.0	0.	31.8	28.0
9	4.7	0.	0.	0.	8.7	14.6	0.	0.	13.5	0.	12.4	0.
10	6.4	0.	0.	13.0	0.	16.0	11.3	0.	0.	0.	0.	0.
11	10.4	0.	0.	0.	0.	16.3	18.7	0.	25.8	21.3	0.	0.
12	9.3	0.	0.	0.	0.3	11.8	25.7	0.	12.0	27.7	18.0	0.
13	0.	0.	0.	26.0	0.	0.	15.0	0.	0.	10.2	16.4	5.9
14	0.	33.5	0.	12.0	0.	0.	34.5	0.	0.	28.6	32.5	12.4
15	0.	9.5	0.	17.5	0.	7.4	12.5	0.	26.4	23.5	52.6	8.2
16	0.	8.2	0.	0.	0.	22.0	4.4	0.	18.2	21.3	48.2	0.
17	15.7	126.8	0.	0.	0.	18.6	0.	0.	0.	29.4	18.8	0.
18	0.	27.0	0.	0.	0.	27.3	18.6	7.4	23.4	5.6	6.3	0.
19	0.	5.0	8.4	0.	0.	14.0	22.6	7.0	12.5	0.	23.2	0.
20	0.	0.	9.6	8.4	0.	11.0	9.3	21.5	14.8	0.	22.9	0.
21	0.	0.	44.3	16.6	0.	0.	21.2	3.8	12.0	0.	9.6	0.
22	0.	0.	5.2	18.5	0.	0.	5.5	15.6	13.8	8.3	16.5	0.
23	0.	0.	13.0	5.3	0.	0.	2.4	33.7	8.2	0.	28.5	0.
24	0.	47.3	0.	6.7	0.	0.	0.	0.	0.	0.	6.0	21.3
25	0.	0.	14.0	0.	0.	9.0	63.2	0.	0.	13.8	5.2	0.
26	0.	0.	0.	14.6	0.	9.4	18.3	18.4	0.	0.	66.4	0.
27	0.	0.	0.	4.4	0.	0.	3.7	3.2	0.	19.6	77.7	0.
28	0.	8.7	0.	12.6	0.	0.	0.	0.9	0.	11.8	52.6	0.
29	0.		0.	0.	69.2	0.	19.4	0.7	0.	0.	0.	0.
30	8.4		0.	16.3	26.4	0.	2.8	0.3	0.	0.	0.	18.4
31	0.		8.8		4.6		0.	21.3		0.		14.7
TOTAL	202.2	274.0	198.3	274.4	132.2	225.2	363.1	175.5	247.1	221.1	617.1	179.8
MAXIMUM	115.0	126.8	95.0	45.7	69.2	27.3	63.2	33.7	26.4	29.4	77.7	28.0
R.DAYS	10	8	8	18	9	19	22	16	17	12	23	12

ANNUAL AMOUNT 3110.0 ANNUAL MAXIMUM 126.8

NOTE; HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS;

SOURCE OF RECORD; NK

CODE NO.; 065202010419 79

Table 6.11

DAILY RAINFALL

* STATION --------- SIGALINGING
* REGION ---------- SUMATRA UTARA
* DISTRICT -------- DAIRI
* ALTITUDE OF STATION ---- 1347.0 METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1980

+ MONTH +++++ DAY +	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	8.4	0.	66.5	15.8	14.3	16.0	0.	0.	0.	0.	16.4	13.2
2	0.	0.	58.6	0.	0.	74.5	16.8	0.	0.	0.	8.2	15.6
3	0.	0.	52.3	0.	11.6	8.3	0.	15.4	0.	0.	12.6	2.4
4	0.	8.2	22.8	0.	14.8	39.2	0.	8.2	1.2	4.1	6.2	0.
5	0.	11.6	46.0	0.	6.4	9.3	0.	2.7	12.3	18.6	27.0	0.
6	0.	0.	24.8	6.5	18.6	42.6	0.	0.	31.7	0.	24.3	16.4
7	4.6	0.	11.2	20.7	13.0	12.3	0.	0.	8.1	17.9	22.0	2.3
8	13.7	0.	0.	29.3	14.0	0.	0.	22.2	0.	22.3	8.6	2.7
9	15.4	0.	0.	18.2	0.	0.	0.	12.6	0.	26.8	1.2	0.
10	18.6	0.	23.0	19.4	0.	3.6	12.2	6.8	0.	0.	18.8	0.
11	12.2	0.	15.3	0.	0.	2.3	0.	0.	0.	16.0	7.1	27.2
12	0.	0.	26.5	23.0	6.3	6.5	0.	0.	0.	24.5	9.3	23.4
13	0.	0.	0.	0.	28.7	15.0	0.	7.3	0.	6.8	5.6	16.2
14	0.	0.	0.	15.6	13.0	0.	8.9	24.3	0.	14.4	2.4	0.
15	0.	0.	0.	16.4	5.4	0.	0.	16.6	0.	16.0	26.9	18.5
16	5.3	0.	36.3	9.6	0.	1.6	21.4	6.6	0.	0.	0.	9.8
17	0.	0.	26.2	0.	2.3	0.	6.2	13.7	0.	4.2	7.2	18.4
18	0.	6.2	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	8.3	18.0	22.0
19	0.	3.3	18.6	0.	0.	0.	12.4	0.	18.6	2.4	37.5	18.6
20	0.	0.	9.2	8.4	18.4	0.	0.	0.	21.3	10.0	20.4	13.3
21	0.	0.	0.	26.7	0.	0.	26.2	0.	38.9	0.	24.0	21.2
22	37.0	0.	15.2	17.4	0.	0.	18.7	0.	23.4	0.	28.6	25.6
23	36.4	0.	0.	0.	0.	0.	9.2	0.	14.0	0.	27.5	33.3
24	8.2	0.	0.	12.0	2.8	0.	2.4	1.8	6.2	0.	58.6	16.2
25	0.	9.5	22.2	6.8	0.	6.6	2.8	0.	23.6	0.	36.8	10.7
26	12.4	0.	18.4	28.3	10.3	48.2	16.6	0.	8.0	0.	7.3	0.
27	3.2	0.	16.5	13.7	12.4	5.8	0.	0.	3.4	0.	18.2	0.
28	0.	0.	13.8	35.0	49.3	0.	7.2	0.	1.5	6.5	0.	0.
29	0.	0.	19.3	48.4	3.2	0.	1.4	2.4	18.6	13.6	0.	15.4
30	0.		0.	41.6	0.	0.	0.	26.8	26.2	28.2	0.	12.6
31	0.		22.6		0.		0.	0.		34.7		8.2
TOTAL	175.4	38.8	568.4	419.8	244.6	291.8	162.4	167.6	257.0	275.3	480.7	363.2
MAXIMUM	37.0	11.6	66.5	48.4	49.3	74.5	26.2	26.8	38.9	34.7	58.6	33.3
R.DAYS	12	5	21	20	18	15	14	14	16	16	26	23

ANNUAL AMOUNT 3445.2 ANNUAL MAXIMUM 74.5

NOTE: HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS:

SOURCE OF RECORD: NK

CODE NO.: 0652020104196

Table 6.11 DAILY RAINFALL

* STATION -------- SIGALINGING
* REGION ---------- SUMATRA UTARA
* DISTRICT -------- DAIRI

* ALTITUDE OF STATION ---- 1347.0 METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1981

+ MONTH. ++++++ DAY +	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	6.2	0.	14.8	0.	-	6.3	0.	0.	16.7	4.0	13.0	6.0
2	3.3	9.7	0.	0.	-	0.	0.	0.	7.8	0.	8.2	8.6
3	5.1	0.	2.2	9.2	-	0.	0.	0.	2.1	0.	3.6	13.4
4	0.	1.2	0.	24.6	-	0.	0.	0.	0.	0.	0.	2.0
5	2.4	4.3	1.8	56.8	-	30.0	0.	0.	0.	13.2	0.	0.
6	8.0	6.2	4.7	52.8	-	20.8	0.	0.	0.	7.0	16.4	0.
7	12.3	11.7	0.	24.1	-	0.	0.	0.	18.6	14.6	7.3	11.0
8	4.2	0.	0.	22.3	-	0.	0.	0.	14.2	9.2	4.0	6.2
9	0.	8.4	0.	18.0	-	3.2	0.	6.3	12.2	6.4	3.0	23.4
10	0.	13.5	0.	9.0	-	10.3	0.	2.2	0.	8.0	0.	0.
11	0.	0.	6.2	0.	-	3.0	0.	0.	8.7	18.4	5.3	0.
12	0.	12.0	7.8	18.7	-	0.	0.	0.	24.8	0.	4.6	6.0
13	0.	27.8	2.6	9.7	-	0.	0.	0.	0.	7.4	0.	0.
14	0.	0.	0.	8.9	-	12.0	0.	0.	26.2	12.0	8.2	2.0
15	0.	0.	0.	5.7	-	0.	0.	0.	7.3	0.	0.	0.
16	0.	2.3	0.	0.	-	0.	0.	0.	0.	9.2	16.8	7.0
17	0.	0.	0.	0.	-	0.	0.	0.	4.6	0.	12.2	13.8
18	0.	0.	0.	0.	-	0.	0.	0.	15.6	0.	8.4	0.
19	0.	14.4	0.	0.	-	0.	0.	0.	9.7	17.6	3.6	0.
20	0.	13.1	0.	5.0	-	0.	5.0	0.	0.	10.2	13.2	0.
21	0.	8.2	0.	0.	-	0.	3.0	0.	6.4	5.0	17.3	0.
22	0.	0.	0.	0.	-	0.	6.0	0.	12.3	0.	0.	0.
23	0.	0.	0.	0.	-	0.	0.	0.	35.2	0.	9.2	0.
24	12.6	14.9	0.	0.	-	0.	2.6	0.	6.7	8.0	0.	0.
25	9.8	16.6	0.	3.5	-	0.	1.4	0.	0.	11.2	0.	16.3
26	0.	12.6	0.	9.7	-	0.	0.	5.2	8.0	7.4	0.	1.2
27	0.	8.4	0.	4.2	-	0.	3.2	14.6	4.4	8.2	0.	0.
28	0.	16.3	0.	0.	-	0.	2.5	3.2	9.3	14.6	3.5	0.
29	0.		0.	18.3	-	0.	6.0	0.	5.6	22.7	0.	0.
30	19.2		0.	22.4	-	0.	0.	0.	0.	18.6	0.	0.
31	0.		0.		-		0.	11.0		25.2		0.
TOTAL	83.1	201.8	40.1	323.5		85.6	29.7	42.5	255.9	258.1	157.8	116.9
MAXIMUM	19.2	27.8	14.8	56.8		30.0	6.0	14.6	35.2	25.2	17.3	23.4
R.DAYS	10	12	7	18		7	8	6	21	22	18	13

ANNUAL AMOUNT 1595.0 ANNUAL MAXIMUM 56.8

NOTE; HYPHEN(-) MEANS NO.RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS:

SOURCE OF RECORD: NK

CODE NO.: 065202U1U419-1

Table 6.11 DAILY RAINFALL

* STATION --------- SIGALINGING
* REGION ---------- SUMATRA UTARA
* DISTRICT -------- DAIRI
* ALTITUDE OF STATION ---- 1347.0 METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1982

MONTH / DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	13.3	0.2	18.3	0.	2.3	0.	0.	0.	0.	28.7	24.2	14.6
2	3.8	2.5	12.2	0.	0.	0.	0.	0.	39.6	16.2	16.0	0.
3	9.2	6.4	22.4	15.2	12.5	6.4	0.	0.	6.0	0.	9.0	0.
4	2.4	32.1	17.2	0.	0.	0.	0.	16.6	0.	22.8	8.6	0.
5	1.5	48.0	3.2	32.6	0.	5.3	0.	0.	0.	13.8	14.5	0.
6	0.	36.8	0.	44.2	0.	4.4	0.	2.4	14.0	0.	11.8	8.2
7	0.	0.	12.3	13.4	6.7	0.	0.	0.	18.4	22.7	0.	16.4
8	0.	29.2	0.	5.2	9.5	0.	5.2	0.	19.6	26.1	26.4	65.2
9	0.	22.3	0.	13.2	0.	0.	0.	0.	24.0	15.3	21.2	12.5
10	0.	3.0	13.0	12.8	11.3	0.	3.3	0.	6.4	16.3	18.9	12.6
11	0.	2.7	0.	37.7	2.2	0.	0.	0.	28.6	8.4	26.7	46.2
12	0.	18.2	18.2	64.3	0.	0.	9.7	1.3	0.	12.6	28.2	4.2
13	0.	0.	0.6	27.2	6.7	0.	11.4	0.	12.0	8.4	43.6	1.2
14	2.5	0.	0.	14.0	8.4	0.	0.	0.	8.2	12.6	29.8	0.
15	0.	0.	0.	6.0	35.2	0.	8.2	0.	9.6	0.	11.2	0.
16	0.	0.	13.7	0.	16.0	0.	9.3	0.	4.2	6.6	0.	0.
17	0.	0.	0.	6.2	13.2	0.	11.6	0.	13.7	0.	0.	0.
18	0.	0.	0.	0.	14.2	0.	6.8	16.4	8.1	12.4	13.3	1.2
19	0.	39.6	3.5	9.7	27.9	0.	13.4	9.8	3.6	7.3	6.6	9.8
20	0.	4.2	51.6	28.0	0.	0.	16.2	0.	1.2	5.2	17.2	5.2
21	0.	1.3	9.2	14.3	6.3	0.	4.3	0.6	0.8	0.	0.	3.1
22	0.	18.2	32.0	8.0	8.7	0.	0.	2.4	0.	0.	49.2	0.7
23	0.	11.4	6.2	9.4	13.6	0.	0.	0.	14.6	8.5	0.	0.3
24	0.	0.	58.5	0.	18.4	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.5
25	0.	0.	33.6	0.	6.2	0.	0.	8.7	0.	19.0	13.6	0.
26	0.	27.7	4.2	23.6	5.8	0.	0.	0.	0.	9.3	8.2	0.
27	0.	6.8	0.	6.4	0.	0.	0.	0.	12.3	8.0	2.3	26.4
28	0.6	19.6	12.2	0.	8.2	0.	2.6	0.	8.6	6.0	4.2	18.9
29	18.2		13.6	0.	14.7	0.	0.	0.	9.2	2.4	1.5	11.2
30	4.4		0.	0.	13.8	0.	0.	0.6	5.5	0.	0.6	9.6
31	0.		0.		0.		0.	0.		0.		28.8
TOTAL	55.9	335.2	354.7	393.4	261.8	16.1	102.0	58.8	268.2	288.6	406.8	296.8
MAXIMUM	18.2	48.0	58.5	64.3	35.2	6.4	16.2	16.6	39.6	28.7	49.2	65.2
R.DAYS	9	19	20	20	22	3	12	9	22	22	24	21

ANNUAL AMOUNT 2838.3 ANNUAL MAXIMUM 65.2

NOTE; HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS;

SOURCE OF RECORD; NK

CODE NO.; 06520201041982

Table 6.11

DAILY RAINFALL

* STATION --------- SIGALINGING
* REGION ---------- SUMATRA UTARA
* DISTRICT -------- DAIRI
* ALTITUDE OF STATION ---- 1347.0 METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1983

MONTH / DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	32.6	0.	0.	0.	21.5	0.	0.	1.0	0.	0.	8.2	66.2
2	44.5	0.	0.	0.	27.2	0.	0.	9.2	0.	0.	13.6	13.3
3	28.6	0.	7.2	13.6	0.	7.2	0.	0.	1.6	0.	22.2	9.8
4	17.7	0.	6.9	14.4	0.	4.0	0.	28.2	0.8	0.	36.4	12.5
5	0.	0.	7.8	22.4	0.	12.4	0.	16.7	0.	0.	32.6	8.6
6	0.	0.	0.	18.2	0.	1.2	0.	8.6	14.8	0.	3.2	32.2
7	0.	0.	0.	6.0	16.7	0.	6.2	22.2	43.3	92.3	0.	26.4
8	0.	0.	0.	0.	36.8	0.6	8.6	0.	12.2	0.	2.5	0.
9	0.	0.	0.4	0.	0.	0.	4.3	6.4	12.9	0.	4.8	0.
10	1.6	0.	1.2	0.	55.4	0.	0.	2.1	51.7	0.	1.8	22.2
11	0.	0.	1.8	4.8	42.4	0.	0.	0.	0.	0.	0.8	6.6
12	0.	0.	0.	0.	8.0	0.	0.	0.	23.4	0.	0.	18.2
13	0.	0.	4.4	0.	28.8	13.3	0.	0.	0.	0.	0.	5.3
14	0.	0.	26.8	0.	22.3	0.	3.6	0.	8.2	42.6	0.	26.7
15	0.	0.	34.6	0.	16.2	19.6	1.2	12.1	0.	52.2	0.	28.6
16	0.	0.	7.2	0.	8.7	6.0	0.	9.2	17.2	39.0	0.	47.4
17	0.	0.	0.	0.	4.5	22.2	0.	3.1	62.6	16.0	4.2	28.8
18	0.8	0.	0.	0.	0.	6.6	14.4	0.	0.	22.4	1.3	0.
19	0.	6.6	0.	5.2	0.	24.8	0.	4.2	29.8	26.2	0.	6.0
20	2.3	0.	0.	0.	7.4	0.6	0.	8.0	66.2	16.0	0.	0.
21	1.6	0.	17.6	0.	28.2	0.	36.4	0.7	0.	9.4	0.	0.
22	0.	0.	13.5	3.8	32.3	0.	28.2	9.6	0.	12.3	0.	0.
23	0.	0.	0.	0.	16.6	16.2	0.	15.3	0.	14.8	0.	8.3
24	0.	0.	0.	4.6	8.6	24.6	0.	0.	0.	8.2	0.	3.2
25	0.8	0.	0.	0.	0.	6.6	0.	16.9	0.	0.	0.	1.7
26	0.	0.	1.6	67.2	14.2	0.	0.	0.	18.5	0.	0.	0.
27	0.	11.4	0.5	0.	8.6	0.	0.	28.4	14.2	0.	0.	2.8
28	0.	8.6	14.5	18.4	3.7	0.	16.6	6.2	6.8	25.2	0.	0.
29	0.		16.8	37.8	0.	0.	17.3	1.2	16.8	14.4	0.	0.
30	0.		12.3	14.0	0.	0.	1.2	0.	0.	28.7	0.	1.2
31	1.7		6.7		0.		0.6	0.		9.2		2.6
TOTAL	132.2	26.8	181.8	230.4	408.1	170.1	139.7	211.3	401.0	430.9	131.6	378.6
MAXIMUM	44.5	11.4	34.6	67.2	55.4	24.8	36.4	28.4	66.2	92.3	36.4	66.2
R.DAYS	10	3	18	13	20	15	12	20	17	16	12	22

ANNUAL AMOUNT 2642.5 ANNUAL MAXIMUM 92.3

NOTE: HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS:

SOURCE OF RECORD: NK

CODE NO.: 065202010419 7

Table 6.11 DAILY RAINFALL

* STATION --------- SIGALINGING
* REGION ---------- SUMATRA UTARA
* DISTRICT -------- DAIPI

* ALTITUDE OF STATION ---- 1347.0 METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1984

MONTH / DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	0.	58.2	48.6	48.0	8.6	18.2	-	-	-	-	-	-
2	1.2	26.8	42.4	26.7	7.6	9.6	-	-	-	-	-	-
3	0.	9.6	27.2	8.0	13.2	7.5	-	-	-	-	-	-
4	0.	4.2	5.2	22.9	6.6	26.8	-	-	-	-	-	-
5	0.	1.8	3.8	0.	12.8	9.7	-	-	-	-	-	-
6	0.	1.2	2.1	0.8	0.	24.2	-	-	-	-	-	-
7	0.	2.0	42.9	0.6	13.9	3.4	-	-	-	-	-	-
8	0.	0.8	35.6	17.7	9.7	0.	-	-	-	-	-	-
9	35.2	0.	16.6	43.8	28.8	0.	-	-	-	-	-	-
10	28.2	0.	17.5	27.0	16.7	0.	-	-	-	-	-	-
11	39.7	0.	36.7	18.5	19.9	0.	-	-	-	-	-	-
12	24.3	0.	29.2	6.5	0.	0.	-	-	-	-	-	-
13	36.9	0.7	29.8	14.3	7.5	4.5	-	-	-	-	-	-
14	28.6	0.9	43.0	0.	3.6	0.	-	-	-	-	-	-
15	16.2	17.3	16.2	0.	1.8	0.	-	-	-	-	-	-
16	44.4	4.0	27.6	0.	44.6	0.6	-	-	-	-	-	-
17	9.8	0.	53.6	2.6	2.8	0.4	-	-	-	-	-	-
18	0.	0.	0.	12.6	22.4	2.8	-	-	-	-	-	-
19	3.5	0.	0.	26.2	18.9	2.5	-	-	-	-	-	-
20	29.6	0.	6.1	16.7	8.2	16.7	-	-	-	-	-	-
21	12.2	0.	18.2	26.4	15.9	1.2	-	-	-	-	-	-
22	28.9	6.2	22.4	9.8	9.6	0.6	-	-	-	-	-	-
23	14.1	0.	28.7	22.4	0.	1.6	-	-	-	-	-	-
24	26.4	27.8	0.	26.2	0.	0.	-	-	-	-	-	-
25	28.6	26.4	11.9	16.9	0.	21.6	-	-	-	-	-	-
26	34.8	21.6	26.7	16.8	0.	1.9	-	-	-	-	-	-
27	23.4	16.2	18.8	9.2	0.	0.6	-	-	-	-	-	-
28	22.1	16.8	13.8	0.	0.	6.3	-	-	-	-	-	-
29	1.2	28.0	21.6	0.	0.	0	-	-	-	-	-	-
30	0.7		39.5	3.7	8.8	0	-	-	-	-	-	-
31	36.7		12.9		19.6		-	-		-		-
TOTAL	528.7	273.7	697.9	431.7	301.5	164.9						
MAXIMUM	44.4	58.2	53.6	46.0	44.6	28.8						
R.DAYS	23	19	28	24	22	20						

ANNUAL AMOUNT 2398.4 ANNUAL MAXIMUM 56.2

NOTE; HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS;

SOURCE OF RECORD; LK

CODE NO.; GA52020104198 4

Table 6.11 DAILY RAINFALL

* STATION --------- PANGIRINGAN
* REGION ----------
* DISTRICT --------
* ALTITUDE OF STATION ---- METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1981

+ MONTH ++++ DAY +	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.	39.6	4.0
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.	0.3	4.5
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.	0.1	15.2
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.	0.5	0.2
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	6.0	0.
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.	0.2	14.2
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	0.	0.1
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.	0.	4.0
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54.0	0.	0.
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	0.3	0.
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.7	0.	0.
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39.6	0.	0.
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	2.8	0.2
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.0	0.	10.0
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0	0.	0.5
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.2	3.9	3.1
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	0.	0.
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	4.0	0.
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.1	0.	0.
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.	31.0	0.
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.	0.5	0.
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39.7	1.2	0.
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.1	15.2	0.
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.4	0.	12.3
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.0	2.0	0.5
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.3	0.	0.
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.2	2.0	0.
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.5	5.9	0.
29	-		-	-	-	-	-	-	-	21.8	0.2	0.
30	-		-	-	-	-	-	-	-	10.6	2.0	0.
31	-		-		-		-	-		5.7		3.0
TOTAL										296.1	117.7	71.8
MAXIMUM										54.0	39.6	15.2
R.DAYS										23	19	14

ANNUAL AMOUNT 485.6 ANNUAL MAXIMUM 54.0

NOTE: HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS:

SOURCE OF RECORD: D.P.W.A.

CODE NO.: 0652020404198[illegible]

Table 6.11 DAILY RAINFALL

* STATION --------- PANGIRINGAN
* REGION ----------
* DISTRICT --------

* ALTITUDE OF STATION ---- METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1982

MONTH / DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	3.5	0.	2.3	0.	43.0	0.	0.	0.	18.2	0.	3.5	0.3
2	5.5	0.	6.0	21.5	8.5	3.0	0.	0.	0.8	0.2	0.1	1.0
3	0.	3.5	7.0	14.0	0.	0.5	1.0	0.	0.	18.5	0.	0.
4	0.	96.0	7.5	17.5	1.0	12.0	3.6	19.5	1.5	23.0	12.0	0.
5	0.	0.5	0.	12.5	13.2	1.5	1.7	0.	11.5	6.0	4.0	0.
6	0.	1.5	0.	9.6	2.8	0.1	2.7	0.	8.0	11.0	0.	8.0
7	0.4	13.0	27.5	19.2	0.5	0.1	0.	0.	9.5	0.	8.0	9.0
8	3.0	0.5	4.5	16.0	2.6	0.	0.1	3.3	0.4	3.0	5.0	8.5
9	0.	1.0	0.7	0.	0.	0.	0.	0.5	0.	6.8	11.2	22.4
10	0.	0.	26.0	0.3	21.7	0.	9.2	1.0	1.0	0.2	22.5	9.7
11	0.	12.3	1.5	24.0	0.	0.	0.	1.0	40.5	10.2	3.8	0.2
12	0.	0.2	7.0	0.8	34.2	0.7	0.	0.	3.2	1.7	7.0	1.0
13	0.1	0.	6.5	4.0	2.2	0.	0.	0.1	11.0	3.7	16.0	0.
14	11.6	0.	0.	2.0	21.3	0.2	0.	15.5	0.	0.	5.8	0.
15	0.	0.	0.	4.5	10.5	0.	9.5	5.0	0.	44.5	0.	0.
16	0.	0.	0.7	0.	31.8	0.	2.0	0.1	31.5	1.3	0.	0.
17	0.	0.	1.0	0.	40.5	0.	26.0	0.	6.0	1.0	5.0	2.0
18	0.	4.0	3.0	0.7	17.6	0.	4.0	10.2	0.	4.5	0.	12.5
19	0.3	0.5	3.0	0.	1.8	0.	5.0	1.3	0.	2.3	0.	2.2
20	0.2	1.2	13.2	26.5	11.5	0.	3.7	0.	0.	2.0	17.8	0.
21	0.	0.	2.3	16.5	15.0	0.	0.	6.2	20.0	0.2	9.0	13.5
22	0.	13.5	16.0	12.0	9.6	0.	0.	0.	0.	1.8	0.	0.
23	0.	5.2	12.0	2.7	30.0	0.	1.0	0.1	8.0	0.	0.	2.7
24	0.	0.5	10.5	41.0	16.2	2.3	0.7	7.0	0.	0.1	17.5	1.0
25	0.	0.1	1.3	4.7	0.9	1.0	10.6	0.1	3.0	1.3	0.	0.3
26	1.1	0.	0.	0.9	0.	0.	0.	0.	1.8	0.	6.5	0.2
27	0.	11.2	0.5	0.	0.5	0.	0.	0.	0.	0.	0.5	2.6
28	16.2	3.3	4.5	0.	19.0	0.	0.	0.	0.8	2.3	0.7	3.3
29	14.5		0.3	0.	0.7	3.1	0.5	2.1	6.0	2.5	1.0	44.5
30	0.		9.5	5.7	0.	0.3	0.	0.	31.0	10.5	0.	15.5
31	0.		0.		5.2		0.3	4.5		25.5		23.5
TOTAL	56.4	173.0	173.8	258.6	361.8	24.8	81.6	77.5	213.7	184.1	156.9	183.9
MAXIMUM	16.2	96.0	27.5	41.0	43.0	12.0	26.0	19.5	40.5	44.5	22.5	44.5
R.DAYS	11	18	25	22	26	12	17	17	20	25	20	22

ANNUAL AMOUNT 1946.1 ANNUAL MAXIMUM 96.0

NOTE: HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS:

SOURCE OF RECORD: P.P.M.A.

CODE NO.: 065202040419[illegible]

Table 6.11

DAILY RAINFALL

* STATION --------- PANGIRINGAN
* REGION ----------
* DISTRICT --------
* ALTITUDE OF STATION ---- METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1983

+ MONTH + DAY +	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	39.5	0.	0.	0.	10.0	0.	0.	0.	2.0	0.	4.0	3.2
2	3.4	0.	0.	1.0	1.0	0.	0.	3.0	0.	0.	1.5	0.
3	5.5	0.2	0.	2.0	0.	4.6	0.	10.0	5.5	0.	10.0	17.0
4	0.6	0.	0.	4.0	0.	26.0	0.	0.9	7.0	0.2	20.5	14.3
5	0.	0.	0.	1.5	0.5	0.1	3.0	0.2	1.5	6.2	1.3	15.0
6	34.8	0.	0.	0.3	0.2	0.	0.1	7.5	45.0	26.0	0.	6.2
7	0.	0.	0.	0.	12.0	0.	1.8	0.	0.7	31.0	0.1	3.0
8	0.	0.	0.	0.	0.	0.	13.0	0.	27.0	4.2	0.	3.6
9	0.1	0.	0.7	0.	12.0	1.2	6.5	1.0	25.0	0.	2.0	0.4
10	0.	0.	23.0	0.3	0.7	1.2	0.	69.0	12.5	0.	0.7	3.2
11	1.0	0.	14.0	0.	20.0	0.	17.5	0.	0.	0.	0.	6.5
12	0.4	0.	6.0	0.	35.0	12.7	3.5	0.	17.6	0.	0.	27.6
13	0.	0.	2.5	0.	13.0	7.5	1.2	0.	4.2	40.0	0.	2.2
14	0.	0.	17.8	0.3	0.7	27.0	0.	3.0	0.	2.0	0.	39.4
15	0.	3.6	0.	0.2	2.0	0.7	5.0	9.0	7.0	6.4	0.	4.9
16	0.	15.5	0.	0.	6.0	22.5	0.	7.0	8.5	27.0	0.	22.0
17	0.	0.	0.	0.	0.	24.0	9.0	0.	8.0	11.5	0.	2.0
18	4.5	14.5	11.0	0.	0.	0.	3.0	0.	24.0	55.0	0.	2.0
19	5.6	15.6	4.0	0.	0.	0.2	0.2	0.	30.0	15.0	0.	0.
20	3.2	5.5	1.9	0.	12.7	16.5	16.5	0.1	7.0	8.0	0.	0.
21	1.3	0.	3.3	12.0	11.0	0.3	0.	10.0	0.	4.2	0.	0.
22	0.	0.	0.	0.4	5.5	0.	0.3	1.5	0.8	8.5	0.	0.
23	0.	0.	0.1	0.1	7.0	2.0	0.	0.1	2.7	10.0	0.	5.0
24	0.6	0.	0.	31.0	0.3	0.	0.	11.0	2.0	1.5	7.3	3.8
25	0.	44.5	0.	23.0	1.2	0.	0.	0.	6.5	6.0	1.0	1.2
26	0.	0.3	20.0	0.3	9.2	0.1	2.0	23.0	0.	0.	10.0	5.0
27	0.	0.	39.0	0.	0.2	0.	0.	13.5	11.5	0.7	21.0	0.
28	0.	42.0	0.	54.0	0.	0.	29.0	13.2	12.5	3.5	0.	0.
29	0.	-	21.2	0.	0.	0.	0.	0.	1.2	23.0	0.	1.0
30	0.		13.0	25.0	0.	0.1	10.2	0.	0.7	17.0	1.0	1.8
31	0.		0.		0.		0.	0.2		2.2		1.2
TOTAL	100.5	141.7	152.5	155.4	160.2	146.7	121.8	183.2	270.4	309.1	80.4	191.5
MAXIMUM	39.5	44.5	39.0	54.0	35.0	27.0	29.0	69.0	45.0	55.0	21.0	39.4
R.DAYS	13	9	15	16	21	17	17	19	25	23	13	24

ANNUAL AMOUNT 2043.4 ANNUAL MAXIMUM 69.0

NOTE; HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. R.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS;

SOURCE OF RECORD; D.P.W.A.

CODE NO.; 065202040419[illegible]

Table 6.11 DAILY RAINFALL

* STATION --------- PANGIRINGAN
* REGION ----------
* DISTRICT --------

* ALTITUDE OF STATION ---- METERS
* UNIT ---------- MILLIMETERS
* CALENDAR YEAR ---------- 1984

MONTH / DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
1	20.0	16.0	24.0	2.0	10.0	10.0	-	-	-	-	-	-
2	1.0	0.4	5.8	1.0	22.0	0.	-	-	-	-	-	-
3	7.8	20.2	0.	1.3	17.0	0.	-	-	-	-	-	-
4	0.	4.1	2.6	0.	0.	35.0	-	-	-	-	-	-
5	0.	2.6	13.5	0.	0.	0.2	-	-	-	-	-	-
6	1.2	0.7	0.	0.6	0.	0.	-	-	-	-	-	-
7	3.5	2.6	0.	0.	26.0	0.	-	-	-	-	-	-
8	9.0	1.8	0.	3.0	14.4	0.	-	-	-	-	-	-
9	20.2	10.0	0.	3.0	0.	0.	-	-	-	-	-	-
10	8.0	0.	0.	13.0	0.	0.	-	-	-	-	-	-
11	4.5	0.1	0.	1.5	0.	0.	-	-	-	-	-	-
12	18.0	40.5	20.5	1.6	0.	0.	-	-	-	-	-	-
13	23.0	0.6	20.3	0.	0.	1.6	-	-	-	-	-	-
14	16.5	1.2	53.2	0.0	6.0	4.5	-	-	-	-	-	-
15	8.3	0.4	0.1	3.0	2.4	0.	-	-	-	-	-	-
16	4.6	0.	0.9	0.5	5.1	0.	-	-	-	-	-	-
17	6.3	5.3	54.5	9.5	15.8	0.2	-	-	-	-	-	-
18	1.0	0.	82.0	10.0	0.	-	-	-	-	-	-	-
19	1.8	4.3	0.6	0.5	0.	-	-	-	-	-	-	-
20	14.0	0.6	5.8	0.	16.0	-	-	-	-	-	-	-
21	8.3	7.0	0.0	0.	5.4	-	-	-	-	-	-	-
22	5.0	0.4	0.3	12.7	9.2	-	-	-	-	-	-	-
23	32.0	0.	0.	6.0	0.5	-	-	-	-	-	-	-
24	12.8	35.6	0.	29.4	0.8	-	-	-	-	-	-	-
25	6.0	6.6	49.0	3.6	0.	-	-	-	-	-	-	-
26	21.0	26.5	10.2	0.	0.	-	-	-	-	-	-	-
27	0.	0.5	28.0	0.	0.	-	-	-	-	-	-	-
28	1.6	1.1	2.0	0.4	0.	-	-	-	-	-	-	-
29	22.0	2.8	21.0	0.3	3.0	-	-	-	-	-	-	-
30	18.0		38.0	3.0	10.7	-	-	-	-	-	-	-
31	35.0		11.0		6.0		-	-		-		-
TOTAL	332.4	191.9	452.3	111.9	170.3	51.5						
MAXIMUM	35.0	40.5	82.0	29.4	26.0	35.0						
R.DAYS	28	25	22	22	17	6						

ANNUAL AMOUNT 1310.3 ANNUAL MAXIMUM 82.0

NOTE; HYPHEN(-) MEANS NO RECORD. P.DAYS = NUMBER OF RAINY DAYS
T-MARK MEANS A TRACE AS THE AMOUNT LESS THAN 0.1 MILLIMETERS.

REMARKS;

SOURCE OF RECORD; P.P.D.A.

CODE NO.; 0652020404[illegible]4

Table 6.12 Observation Period of Stations

	Station	Daily record	Monthly record	Owner
1)	Pangiringan	Sep.22 '81 - Jun.12 '84	Oct. '81 - May '84	DPMA
2)	Sigalingging	Mar. 1 '76 - Jan.31 '77	Mar. '76 - Jan. '77	NK
		Mar. 1 '77 - May 31 '77	Mar. '77 - May '77	"
		Dec. 1 '77 - Apr.31 '77	Dec. '77 - Apr. '81	"
		Jan. 1 '81 - May 31 '84	Jun. '81 - May '84	"
3)	Bangun	Sep. 1 '74 - Oct.31 '74	Mar. '72 - May '84	"
		Dec. 1 '74 - Dec.31 '74		"
		Jan. 1 '75 - Jun. 6 '84		"

Table 6.13 Results of Discharge Measurement

Date	G.H. (m)	Area (m^2)	Velocity (m/s)	Discharge (m^3/s)	Observer
Aug. 18 '83	0.90	7.36	0.39	2.9	DPMA
" 23 "	0.93	7.13	0.49	3.2	JICA
" 25 "	0.94	8.13	0.49	3.9	"
" 27 "	1.12	9.73	0.53	5.2	"
" 30 "	0.94	7.51	0.46	3.4	"
Sep. 1 "	0.89	7.13	0.42	3.0	"
" 8 "	1.21	9.08	0.81	7.4	"
Feb. 22 '84	0.99	10.55	0.49	5.2	"
" 24 "	1.16	11.36	0.67	7.6	"
" " "	1.16	11.81	0.64	7.5	"
" 25 "	1.53	15.42	1.00	15.4	"
" " "	1.42	14.20	0.93	13.2	"
" " "	1.38	13.74	0.90	12.4	"
" 26 "	1.54	15.04	1.04	15.6	"
" " "	1.51	14.95	1.00	14.9	"
Mar. 2 "	1.57	15.51	1.10	17.1	"
" 3 "	1.35	13.84	0.74	10.4	"
June 22 "	0.99	10.55	0.48	5.1	"

Table 6.14 Daily Streamflow at Pangiringan

Drainage area 138.6 km^2 Year 1981

Day	NOV. H	NOV. Q	DEC. H	DEC. Q
1	-	-	1.00	4.4
2	-	-	1.10	6.0
3	-	-	1.15	6.9
4	-	-	1.20	7.9
5	-	-	1.10	6.0
6	-	-	1.00	4.4
7	-	-	1.20	7.9
8	-	-	1.00	4.4
9	-	-	1.00	4.4
10	-	-	0.95	3.7
11	-	-	0.90	3.0
12	-	-	0.88	2.8
13	-	-	0.88	2.8
14	-	-	0.88	2.8
15	-	-	1.15	6.9
16	-	-	1.00	4.4
17	-	-	1.19	7.7
18	-	-	1.07	5.5
19	-	-	0.97	4.0
20	-	-	0.90	3.0
21	-	-	0.88	2.8
22	1.59	17.7	0.87	2.7
23	1.13	6.6	0.85	2.4
24	1.04	5.0	0.84	2.3
25	1.00	4.4	0.90	3.0
26	0.95	3.7	0.89	2.9
27	0.90	3.0	0.87	2.7
28	0.90	3.0	0.85	2.4
29	1.00	4.4	0.86	2.5
30	1.00	4.4	0.85	2.4
31			1.16	7.1
Max.		17.7		7.9
Min.		3.0		2.3
Average		6.4		4.3

Table 6.14 Daily Streamflow at Pangiringan

Drainage area 138.6 km^2 Year 1982

Day	JAN. H	JAN. Q	FEB. H	FEB. Q	MAR. H	MAR. Q	APR. H	APR. Q	MAY H	MAY Q	JUNE H	JUNE Q
1	1.05	5.2	0.85	2.4	1.14	6.7	0.99	4.2	1.08	5.7	1.03	4.9
2	0.99	4.3	0.85	2.4	1.12	6.4	0.98	4.1	1.36	11.5	0.95	3.7
3	1.02	4.7	0.84	2.3	0.95	3.7	1.29	9.8	1.50	15.1	0.94	3.5
4	0.96	3.8	0.92	3.3	1.04	5.0	1.58	17.4	1.67	20.2	0.93	3.4
5	0.86	2.5	2.18	39.9	1.00	4.4	1.75	22.9	1.48	14.6	1.20	7.9
6	0.85	2.4	1.26	9.2	0.91	3.1	1.75	22.9	1.46	14.0	1.04	5.0
7	0.84	2.3	-	-	0.87	2.6	2.19	40.4	1.40	12.5	0.95	3.7
8	0.84	2.3	-	-	0.97	3.9	2.03	33.4	1.29	9.8	0.90	3.0
9	0.86	2.5	-	-	1.24	8.7	1.68	20.5	1.31	10.3	0.89	2.9
10	0.84	2.3	-	-	1.43	13.2	1.23	8.5	1.09	5.8	0.88	2.8
11	0.84	2.3	-	-	1.51	15.4	1.07	5.5	0.97	3.9	0.88	2.8
12	0.83	2.2	-	-	1.23	8.5	1.20	7.9	1.07	5.5	0.88	2.8
13	0.83	2.2	-	-	1.04	5.0	1.03	4.9	1.22	8.3	0.88	2.8
14	0.84	2.3	0.89	2.9	0.89	2.9	1.04	5.0	1.10	6.0	0.89	2.9
15	0.85	2.4	0.75	1.4	0.80	1.9	1.26	9.2	1.44	13.5	0.88	2.8
16	0.84	2.3	0.70	1.0	0.99	4.2	1.29	9.8	1.42	13.0	0.87	2.6
17	0.83	2.2	0.68	0.9	0.83	2.2	1.06	5.3	1.62	18.6	0.87	2.6
18	0.82	2.1	0.68	0.9	0.81	2.0	1.07	5.5	2.03	33.4	0.86	2.5
19	0.82	2.1	0.75	1.4	1.12	6.4	1.33	10.7	1.49	14.8	0.85	2.4
20	0.83	2.2	0.72	1.2	0.98	4.1	1.13	6.6	1.39	12.2	0.86	2.5
21	0.83	2.2	0.70	1.0	1.26	9.2	2.24	42.7	1.40	12.5	0.86	2.5
22	0.82	2.1	0.69	1.0	1.45	13.8	2.32	46.5	1.66	19.9	0.86	2.5
23	0.82	2.1	0.78	1.7	1.71	21.5	1.70	21.2	1.86	26.8	0.86	2.5
24	0.82	2.1	0.96	3.8	1.60	18.0	1.27	9.4	1.58	17.4	0.86	2.5
25	0.82	2.1	1.06	5.3	1.49	14.8	1.62	18.6	1.29	9.8	0.86	2.5
26	0.82	2.1	0.81	2.0	1.21	8.1	1.40	12.5	1.16	7.1	0.85	2.4
27	0.85	2.4	0.73	1.3	1.03	4.9	1.22	8.3	1.13	6.6	0.85	2.4
28	0.83	2.2	0.81	2.0	1.42	13.0	1.04	5.0	1.10	6.0	0.85	2.4
29	0.95	3.7			1.63	18.9	0.95	3.7	1.28	9.6	0.84	2.3
30	0.90	3.0			1.27	9.4	0.93	3.4	1.12	6.4	0.88	2.8
31	0.85	2.4			1.16	7.1			1.05	5.2		
Max.		5.2		39.9		21.5		46.5		33.4		7.9
Min.		2.1		1.0		1.9		3.4		3.9		2.3
Average		2.6		4.3		8.0		14.2		12.1		3.1

Table 6.14 Daily Streamflow at Pangiringan

Drainage area 138.6 km^2 Year 1982

Day	JULY H	JULY Q	AUG. H	AUG. Q	SEPT. H	SEPT. Q	OCT. H	OCT. Q	NOV. H	NOV. Q	DEC. H	DEC. Q
1	0.85	2.4	0.86	2.5	0.88	2.8	0.85	2.4	1.54	16.2	1.42	13.0
2	0.86	2.5	0.92	3.3	0.91	3.1	0.81	2.0	1.48	14.6	1.18	7.5
3	0.86	2.5	0.96	3.8	0.84	2.3	0.82	2.1	1.15	6.9	1.17	7.3
4	0.86	2.5	0.92	3.3	0.82	2.1	1.05	5.2	1.05	5.2	1.17	7.3
5	0.88	2.8	0.89	2.9	0.82	2.1	1.34	11.0	1.52	15.7	1.17	7.3
6	0.87	2.6	0.84	2.3	0.89	2.9	1.18	7.5	1.27	9.4	1.15	6.9
7	0.86	2.5	0.81	2.0	1.16	7.1	1.10	6.0	1.17	7.3	1.17	7.3
8	0.85	2.4	0.84	2.3	1.28	9.6	1.51	15.4	1.20	7.9	1.27	9.4
9	0.84	2.3	0.93	3.4	1.01	4.5	1.22	8.3	1.39	12.2	1.39	12.2
10	0.83	2.2	0.90	3.0	0.84	2.3	1.04	5.0	1.72	21.8	1.31	10.3
11	0.85	2.4	0.80	1.9	0.84	2.3	0.93	3.4	1.56	16.8	1.22	8.3
12	0.84	2.3	0.88	2.8	1.30	10.1	1.19	7.7	1.69	20.9	1.17	7.3
13	0.85	2.4	0.85	2.4	1.16	7.1	1.09	5.8	1.77	23.6	1.17	7.3
14	0.83	2.2	0.85	2.4	1.29	9.8	1.10	6.0	1.54	16.2	1.10	6.0
15	0.84	2.3	0.97	3.9	1.06	5.3	1.34	11.0	1.55	16.5	1.07	5.5
16	0.83	2.2	0.88	2.8	1.00	4.4	2.03	33.4	1.26	9.2	1.06	5.3
17	0.89	2.9	0.84	2.3	1.47	14.3	1.47	14.3	1.18	7.5	1.06	5.3
18	1.06	5.3	0.89	2.9	1.11	6.2	1.17	7.3	1.49	14.8	1.13	6.6
19	0.94	3.5	0.92	3.3	1.09	5.8	1.20	7.9	1.27	9.4	1.16	7.1
20	0.89	2.9	0.88	2.8	1.08	5.7	1.18	7.5	1.18	7.5	1.11	6.2
21	0.87	2.6	0.90	3.0	1.04	5.0	1.10	6.0	1.41	12.7	1.16	7.1
22	0.85	2.4	0.87	2.6	0.93	3.4	1.06	5.3	1.57	17.1	1.33	10.7
23	0.85	2.4	0.83	2.2	0.88	2.8	1.07	5.5	1.32	10.5	1.18	7.5
24	0.85	2.4	0.83	2.2	0.86	2.5	1.01	4.5	1.34	11.0	1.19	7.7
25	0.86	2.5	0.82	2.1	0.83	2.2	0.98	4.1	1.19	7.7	1.14	6.7
26	0.87	2.6	0.80	1.9	0.90	3.0	0.96	3.8	1.09	5.8	1.12	6.4
27	0.85	2.4	0.79	1.8	0.95	3.7	0.97	3.9	1.19	7.7	1.10	6.0
28	0.86	2.5	0.81	2.0	0.85	2.4	1.00	4.4	1.14	6.7	1.10	6.0
29	0.94	3.5	0.80	1.9	0.82	2.1	0.99	4.2	1.16	7.1	1.22	8.3
30	0.99	4.2	0.79	1.8	0.87	2.6	0.99	4.2	1.60	18.0	1.52	15.7
31	0.91	3.1	0.81	2.0			1.40	12.5			1.61	18.3
Max.		5.3		3.9		14.3		33.4		23.6		18.3
Min.		2.2		1.8		2.1		2.0		5.2		5.3
Average		2.7		2.6		4.7		7.4		12.1		8.2

Table 6.14 Daily Streamflow at Pangiringan

Drainage area 138.6 km^2 Year 1983

Day	JAN. H	JAN. Q	FEB. H	FEB. Q	MAR. H	MAR. Q	APR. H	APR. Q	MAY H	MAY Q	JUNE H	JUNE Q
1	1.57	17.1	1.02	4.7	1.06	5.3	0.93	3.4	1.52	15.7	1.02	4.7
2	2.03	33.4	1.02	4.7	1.01	4.6	0.91	3.1	1.58	17.4	1.02	4.7
3	1.30	10.1	1.02	4.7	0.98	4.1	0.90	3.0	1.29	9.8	1.03	4.9
4	1.16	7.1	1.06	5.3	0.97	4.0	0.95	3.7	1.09	5.9	1.09	5.9
5	1.08	5.7	1.03	4.9	0.96	3.8	0.92	3.3	1.06	5.3	1.07	5.5
6	1.07	5.5	1.02	4.7	0.96	3.8	0.96	3.8	1.08	5.7	1.09	5.9
7	1.10	6.0	1.01	4.6	0.96	3.8	1.32	10.5	1.17	7.3	1.16	7.1
8	1.02	4.7	1.02	4.7	0.96	3.8	1.04	5.0	1.11	6.2	1.04	5.0
9	0.89	2.9	1.01	4.6	0.96	3.8	0.96	3.8	1.07	5.5	1.05	5.2
10	0.90	3.0	1.01	4.6	1.08	5.7	0.92	3.3	1.37	11.7	1.04	5.0
11	0.89	2.9	1.02	4.7	1.10	6.0	0.92	3.3	1.47	14.3	1.04	5.0
12	0.89	2.9	1.01	4.6	1.11	6.2	0.91	3.1	1.55	16.5	1.06	5.3
13	0.89	2.9	1.00	4.4	1.06	5.3	0.90	3.0	1.67	20.2	1.44	13.5
14	0.88	2.8	1.00	4.4	1.05	5.2	0.90	3.0	1.56	16.8	1.14	6.8
15	0.88	2.8	1.01	4.6	1.54	16.2	0.90	3.0	1.30	10.1	1.12	6.4
16	0.88	2.8	1.04	5.0	1.20	7.9	0.90	3.0	1.20	7.9	1.09	5.9
17	0.87	2.7	1.06	5.3	1.09	5.9	0.90	3.0	1.12	6.4	1.48	14.6
18	0.87	2.7	1.05	5.2	1.05	5.2	0.90	3.0	1.09	5.9	1.69	20.9
19	0.89	2.9	1.13	6.6	1.07	5.5	0.90	3.0	0.99	4.3	1.24	8.7
20	0.97	4.0	1.13	6.6	1.10	6.0	0.90	3.0	1.03	4.9	1.09	5.9
21	1.08	5.7	1.20	7.9	1.13	6.6	0.93	3.4	1.16	7.1	1.08	5.7
22	1.08	5.7	1.06	5.3	1.13	6.6	1.09	5.9	1.33	10.8	1.05	5.2
23	1.05	5.2	1.03	4.9	1.06	5.3	0.99	4.3	1.29	9.8	1.04	5.0
24	1.05	5.0	1.01	4.6	1.02	4.7	0.96	3.8	1.18	7.5	1.04	5.0
25	1.04	5.0	1.03	4.9	0.99	4.3	1.09	5.9	1.12	6.4	0.94	3.5
26	1.04	5.0	1.33	10.8	0.99	4.3	1.38	12.0	1.12	6.4	0.86	2.5
27	1.02	4.7	1.10	6.0	1.02	4.7	1.06	5.3	1.41	12.7	0.86	2.5
28	1.01	4.6	1.07	5.5	1.00	4.4	1.05	5.2	1.12	6.4	0.86	2.5
29	1.01	4.6			0.95	3.7	1.37	11.7	1.05	5.2	0.85	2.4
30	1.01	4.6			0.96	3.8	1.31	10.3	1.03	4.9	0.85	2.4
31	1.01	4.6			1.00	4.4			1.02	4.7		
Max.		33.4		10.8		16.2		12.0		20.2		20.9
Min.		2.7		4.4		3.7		3.0		4.3		2.4
Average		5.8		5.3		5.3		4.7		9.0		6.1

Table 6.14 Daily Streamflow at Pangiringan

Drainage area 138.6 km^2 Year 1983

Day	JULY H	JULY Q	AUG. H	AUG. Q	SEPT. H	SEPT. Q	OCT. H	OCT. Q	NOV. H	NOV. Q	DEC. H	DEC. Q
1	0.84	2.3	0.93	3.4	0.97	4.0	1.08	5.7	1.38	12.0	0.92	3.3
2	0.86	2.5	0.90	3.0	1.00	4.4	1.08	5.7	1.22	8.3	0.92	3.3
3	0.87	2.7	0.99	4.3	0.97	4.0	1.08	5.7	1.11	6.2	0.93	3.4
4	0.87	2.7	0.99	4.3	1.05	5.2	1.07	5.5	1.13	6.6	1.06	5.3
5	0.87	2.7	0.95	3.7	1.23	8.5	1.09	5.9	1.15	6.9	1.06	5.3
6	0.88	2.8	0.93	3.4	1.42	13.0	1.13	6.6	1.07	5.5	1.07	5.5
7	0.87	2.7	0.92	3.3	1.92	29.0	1.44	13.5	1.07	5.5	1.14	6.8
8	0.87	2.7	0.90	3.0	1.37	11.7	1.52	15.7	1.07	5.5	1.31	10.3
9	0.88	2.8	0.89	2.9	1.88	27.5	1.24	8.7	1.08	5.7	1.15	6.9
10	0.89	2.9	1.07	5.5	2.02	33.0	1.08	5.7	1.08	5.7	1.24	8.7
11	0.88	2.8	1.20	7.9	1.41	12.7	1.08	5.7	1.08	5.7	1.49	14.8
12	0.88	2.8	0.97	4.0	1.19	7.7	1.11	6.2	1.08	5.7	1.57	17.1
13	0.88	2.8	0.92	3.3	1.20	7.9	1.08	5.7	1.08	5.7	1.73	22.2
14	0.84	2.3	0.93	3.4	1.23	8.5	1.31	10.3	1.08	5.7	1.79	24.2
15	0.87	2.7	0.93	3.4	1.39	12.2	1.24	8.7	1.08	5.7	-	-
16	0.88	2.8	0.93	3.4	1.33	10.8	1.55	16.5	1.08	5.7	-	-
17	0.86	2.5	0.92	3.3	1.80	24.6	1.98	31.4	0.95	3.7	-	-
18	0.94	3.5	0.90	3.0	1.58	17.4	1.60	18.0	0.90	3.0	-	-
19	0.92	3.3	0.89	2.9	1.54	16.2	1.65	19.6	0.89	2.9	-	-
20	0.92	3.3	0.89	2.9	1.85	26.4	1.39	12.2	0.89	2.9	-	-
21	1.04	5.0	0.93	3.4	1.18	7.5	1.20	7.9	0.89	2.9	-	-
22	0.91	3.1	0.99	4.3	1.06	5.3	1.34	11.0	0.88	2.8	-	-
23	0.86	2.5	0.92	3.3	1.04	5.0	1.35	11.2	0.89	2.9	-	-
24	0.86	2.5	0.91	3.1	1.07	5.5	1.16	7.1	0.89	2.9	-	-
25	0.86	2.5	1.04	5.0	1.07	5.5	1.08	5.7	0.90	3.0	-	-
26	0.88	2.8	1.04	5.0	1.07	5.5	1.08	5.7	0.90	3.0	-	-
27	0.90	3.0	1.21	8.1	1.07	5.5	1.08	5.7	0.98	4.1	-	-
28	0.95	3.7	1.38	12.0	1.07	5.5	1.08	5.7	1.02	4.7	-	-
29	0.93	3.4	1.09	5.9	1.07	5.5	1.13	6.6	0.94	3.5	-	-
30	0.98	4.1	1.02	4.7	1.07	5.5	1.16	7.1	0.92	3.3	-	-
31	1.03	4.9	0.99	4.3			1.85	26.4			-	-
Max.		5.0		12.0		33.0		31.4		12.0		24.2
Min.		2.3		2.9		4.0		5.5		2.8		3.3
Average		3.0		4.3		11.4		10.1		4.9		12.4

Table 6.15 Annual Maximum Daily Rainfall of Bangun

Year	Max. D. Rainfall (mm)
1975	128
1976	174
1977	131
1978	92
1979	89
1980	67
1981	96
1982	103
1983	100
Mean	109

Table 6.16 Probable Rainfall at Bangun

Return Period (years)	Peak Discharge (m^3/s) Gumbel/Chow	Lognormal
200	217	205
100	201	192
50	185	179
20	164	152
10	147	149
5	130	136

Table 6.17 Runoff Coefficient (f)

Date	$\sum$ Qe(m^3/s/hr)	$\sum$ R (mm)	f
1. Apr. 03, 1982	435	12.9	0.88
2. Apr. 20, 1982	389	11.4	0.89
3. Oct. 04, 1982	273	8.8	0.81
4. Mar. 14, 1983	347	11.4	0.79
5. Apr. 25, 1983	287	7.9	0.94
6. Apr. 30, 1983	263	7.7	0.89
7. May 01, 1983	149	4.3	0.90
8. May 13, 1983	434	14.6	0.77
9. Jun. 17, 1983	390	12.1	0.84
10. Oct. 18, 1983	313	9.5	0.86
			0.857 (f ≒ 0.85)

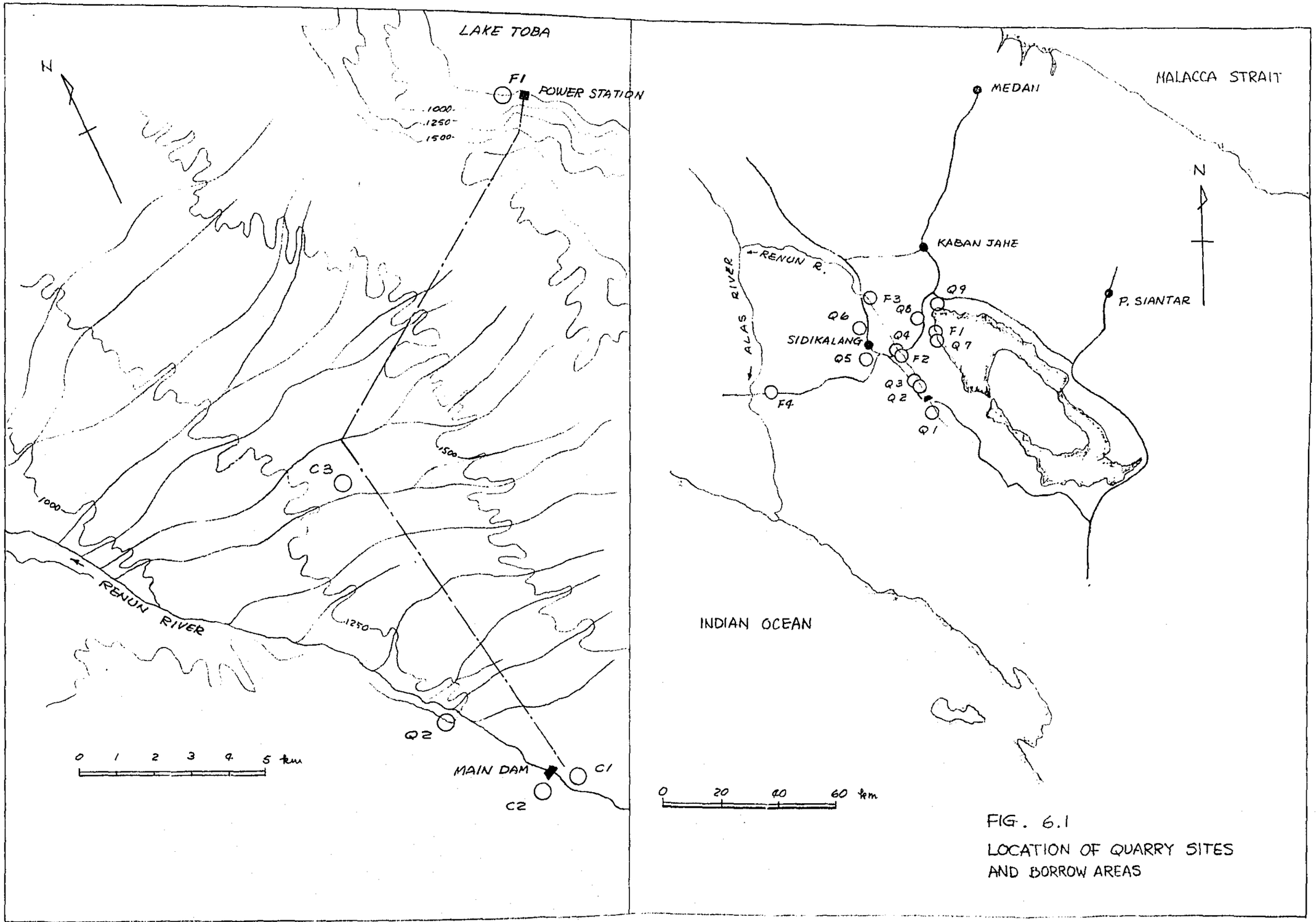


FIG. 6.1
LOCATION OF QUARRY SITES AND BORROW AREAS

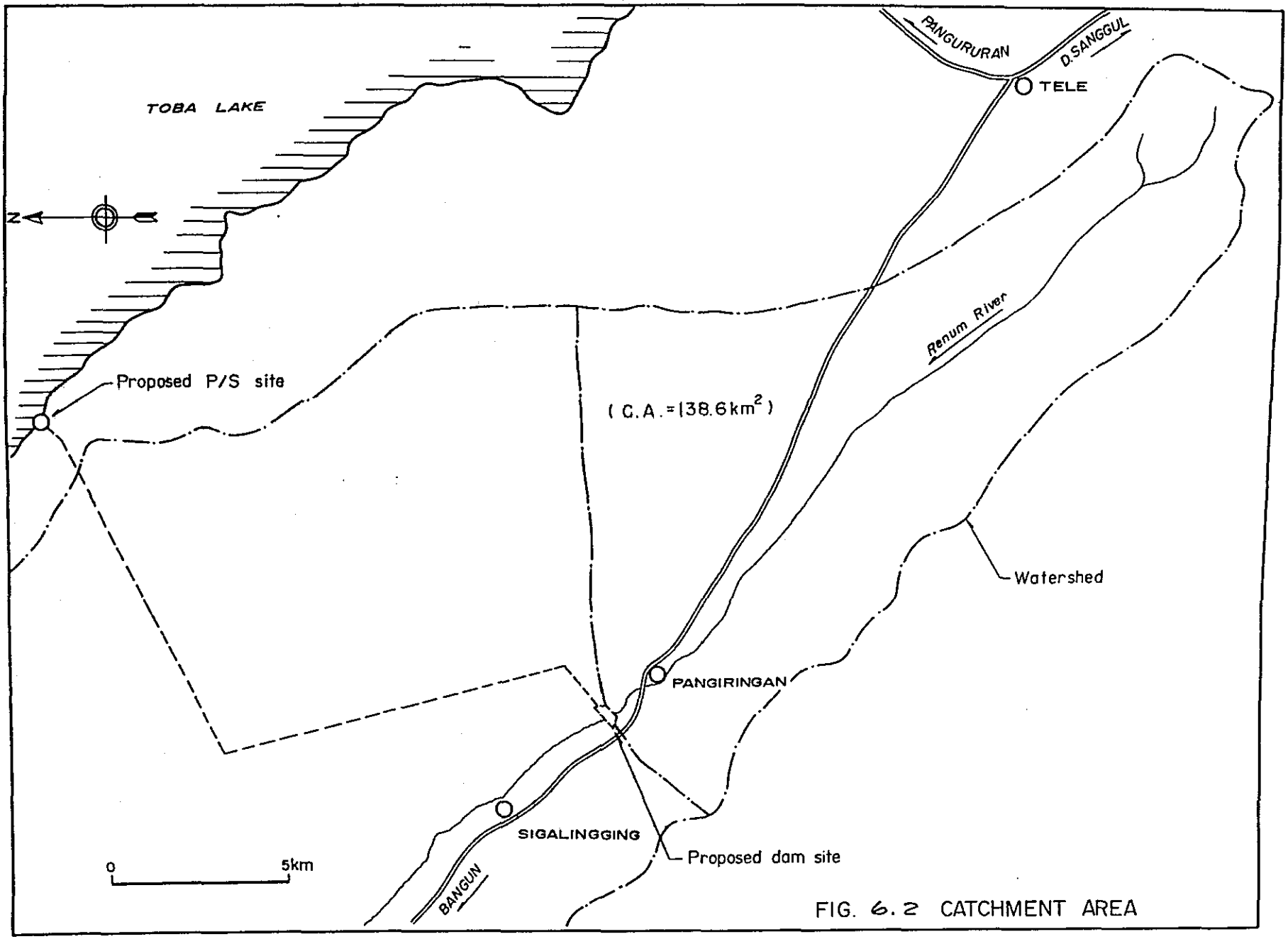


FIG. 6.2 CATCHMENT AREA

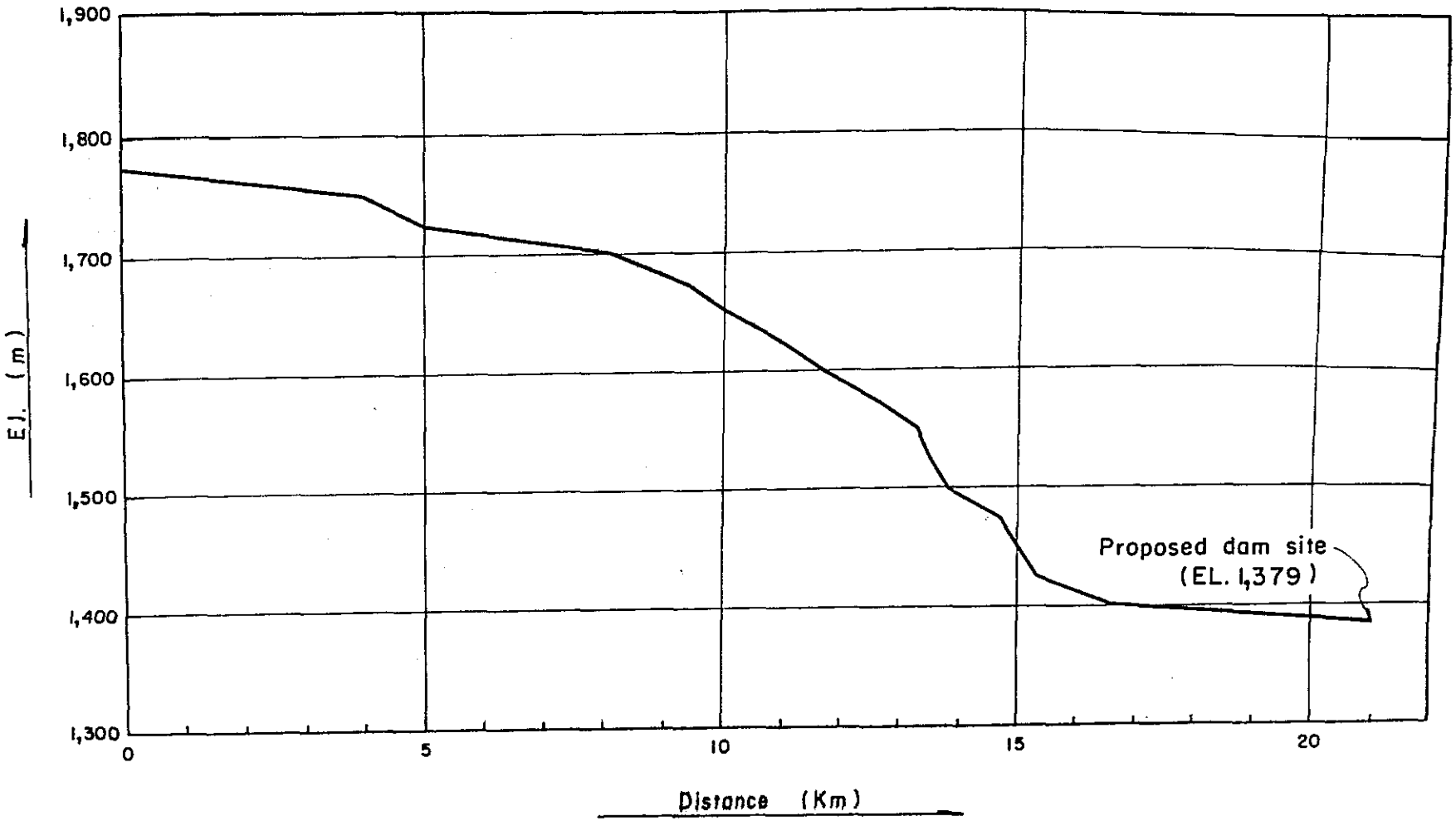


FIG. 6.3 PROFILE OF RENUN RIVER

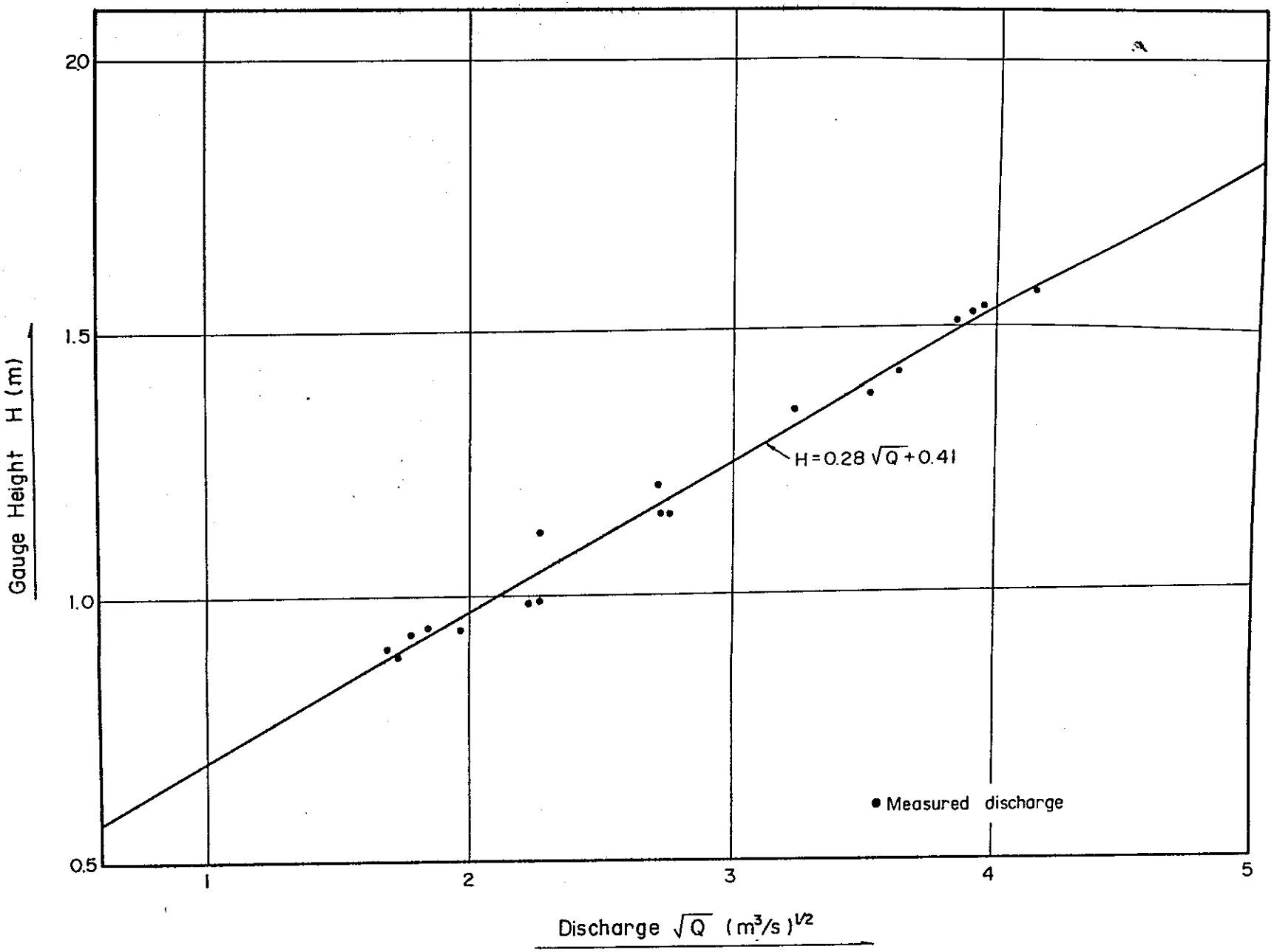


FIG. 6.4 DISCHARGE RATING CURVE

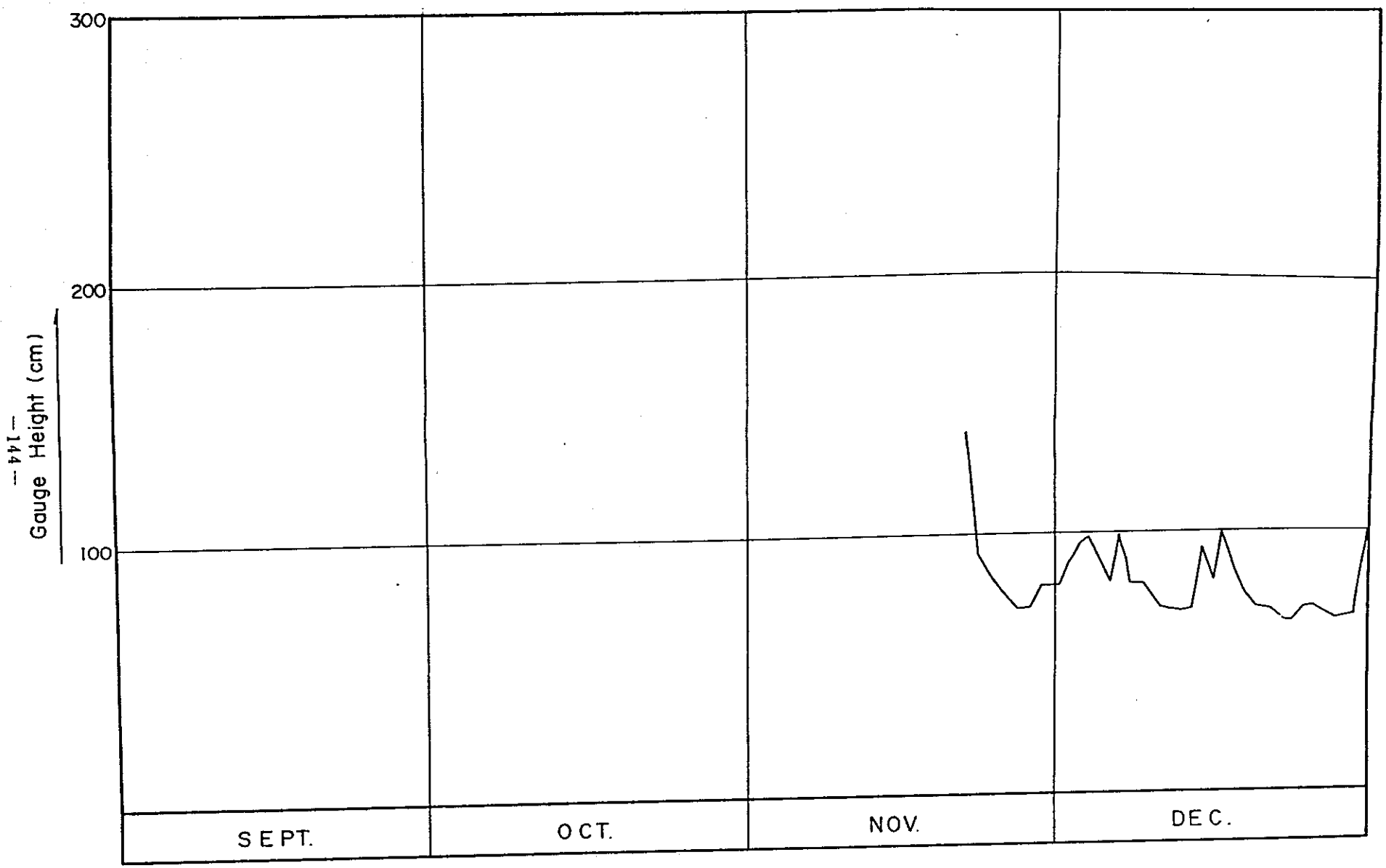


FIG. 6.5 GAUGE HEIGHT AT PANGIRINGAN (1981)

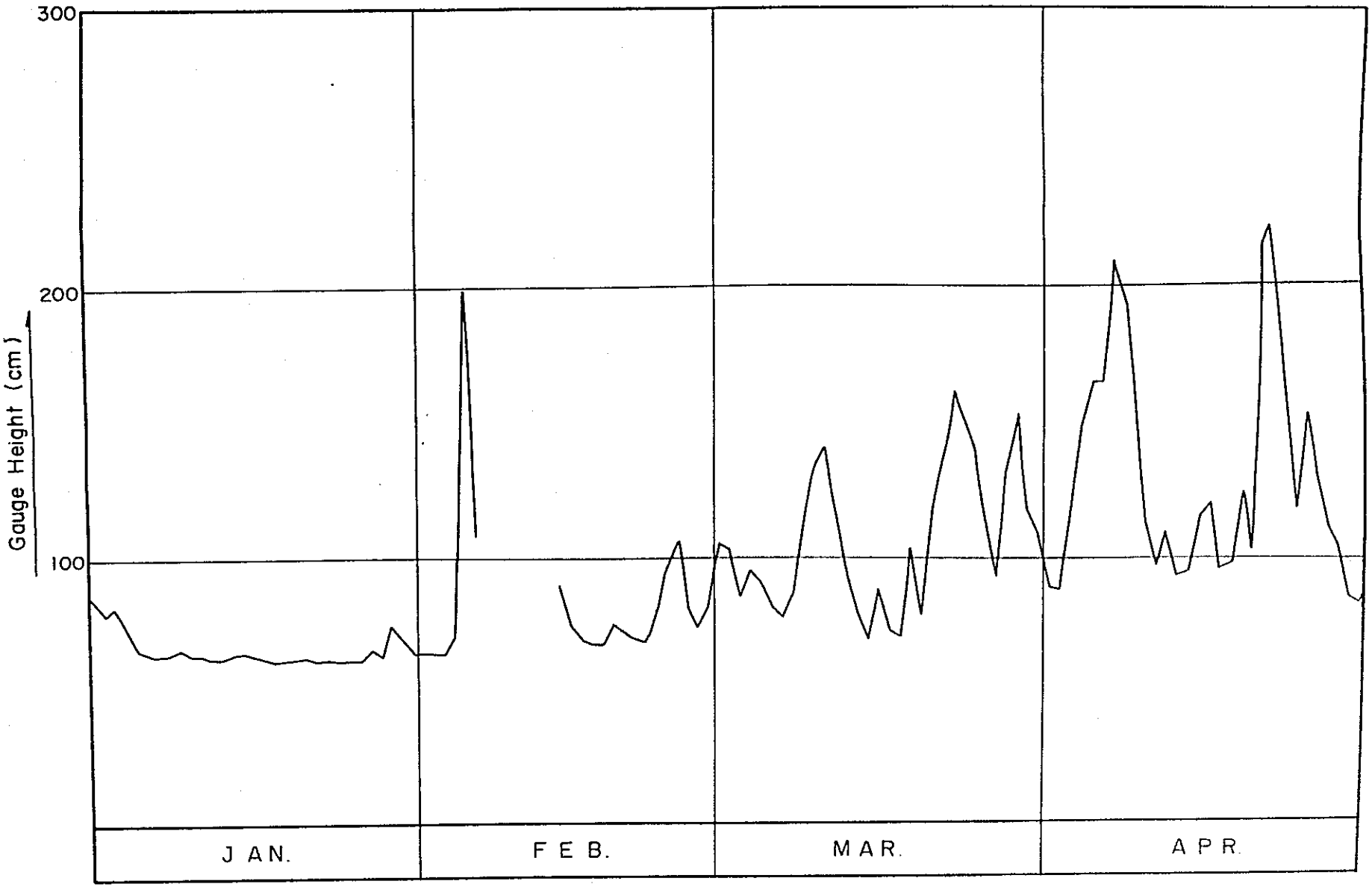


FIG. 6.5 GAUGE HEIGHT AT PANGIRINGAN (1982)

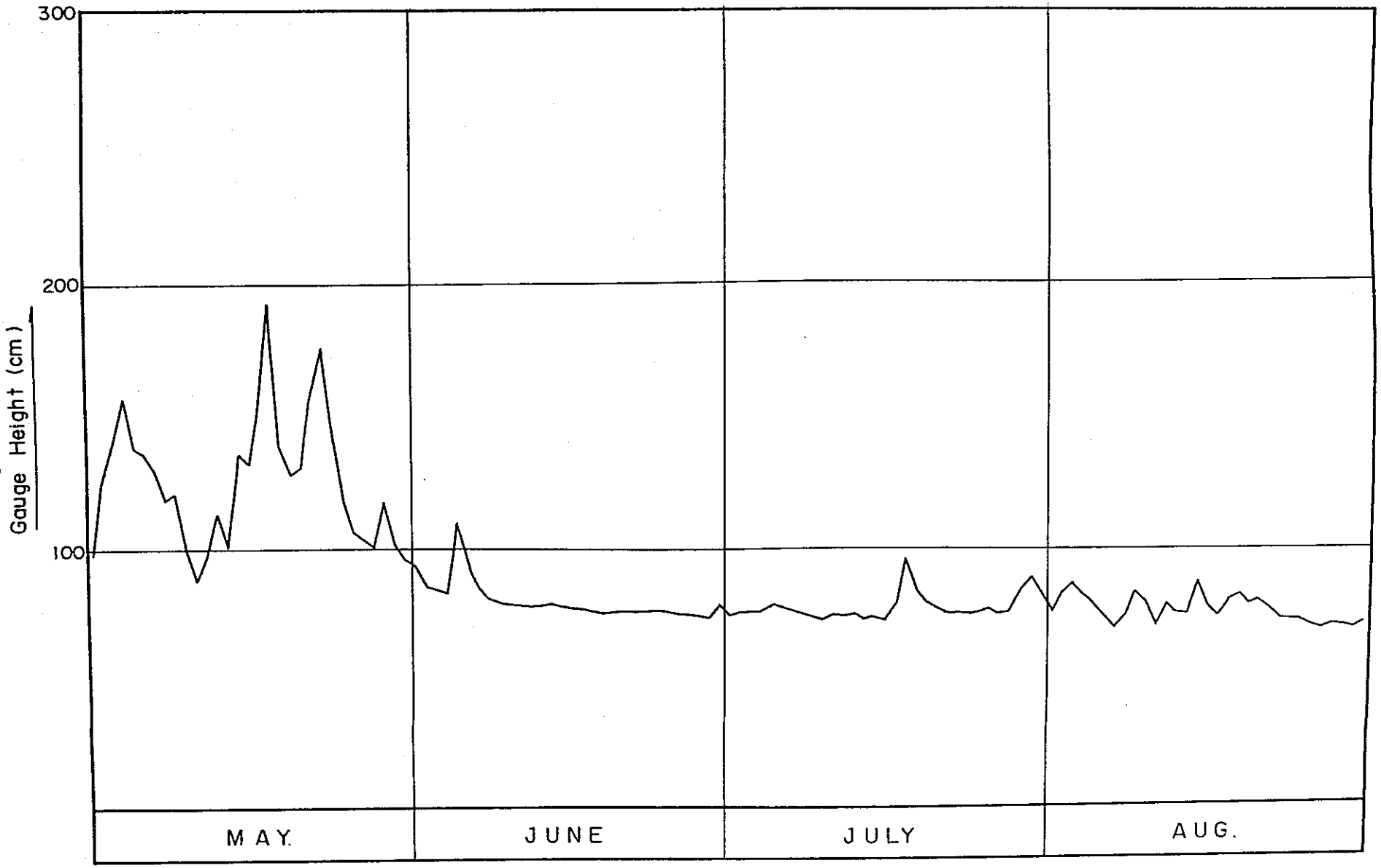


FIG. 6.5 GAUGE HEIGHT AT PANGIRIGAN (1982)

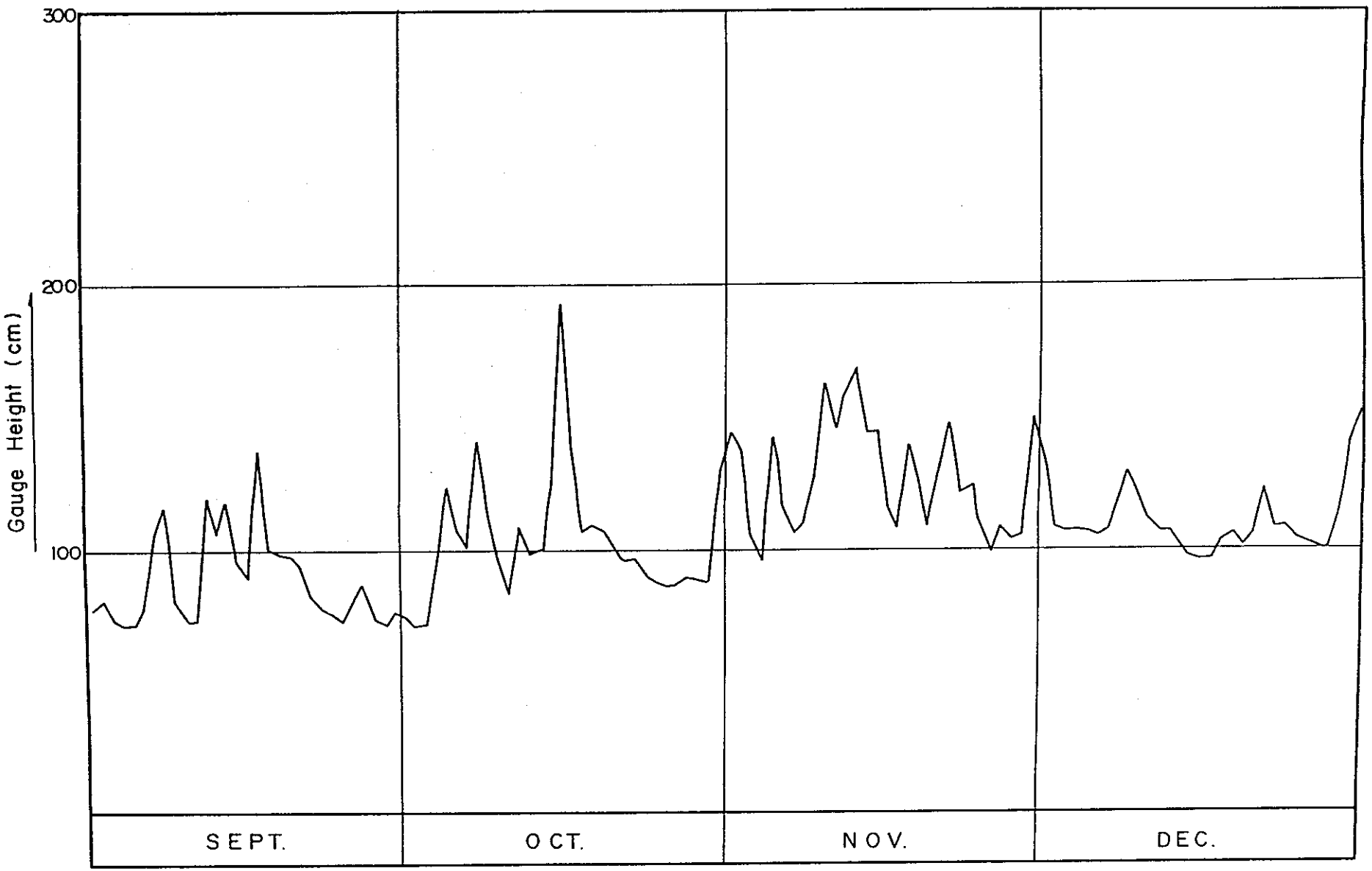


FIG. 6.5 GAUGE HEIGHT AT PANGIRINGAN (1982)

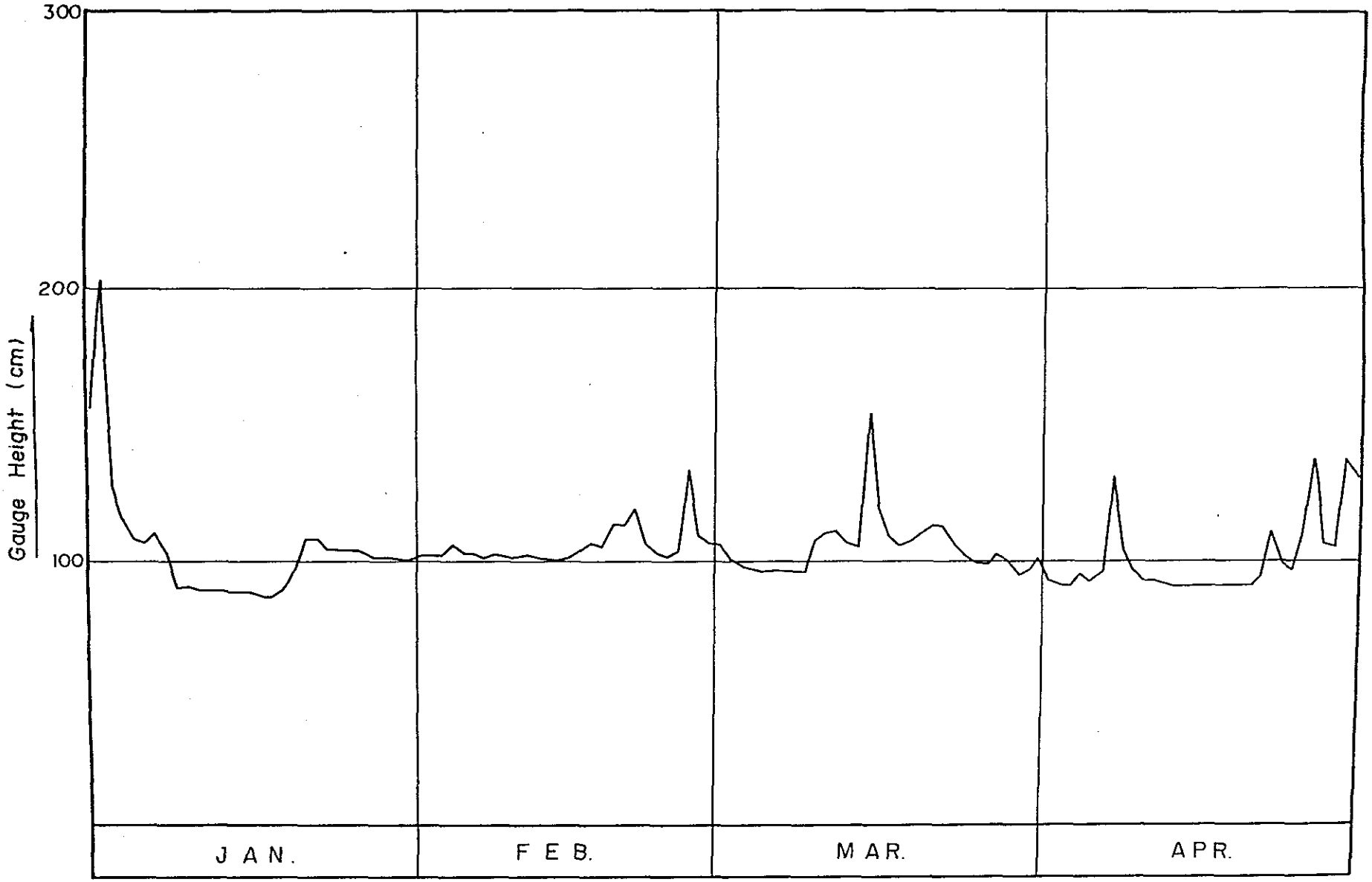


FIG. 6.5 GAUGE HEIGHT AT PANGIRINGAN (1983)

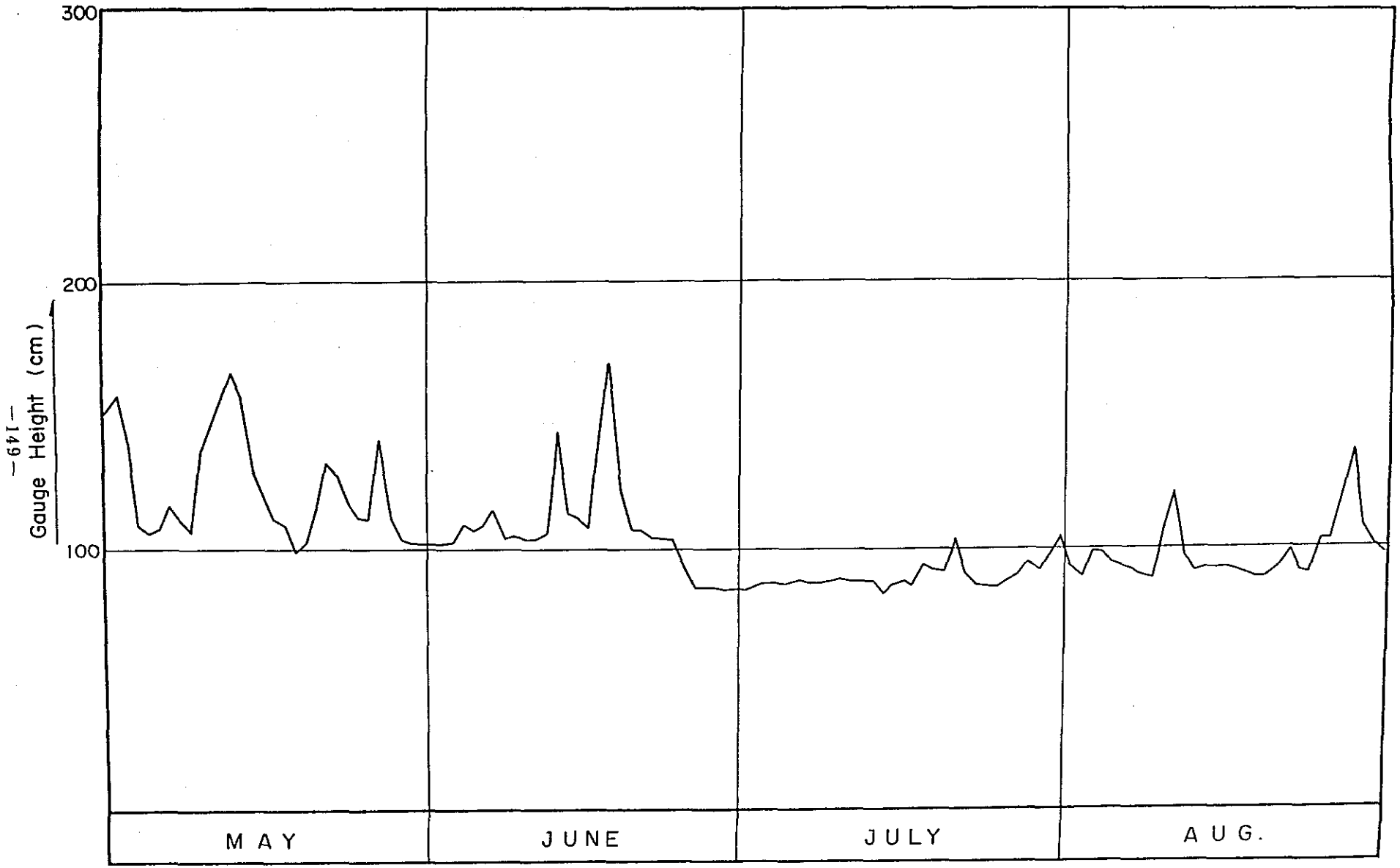


FIG. 6.5 GAUGE HEIGHT AT PANGIRINGAN (1983)

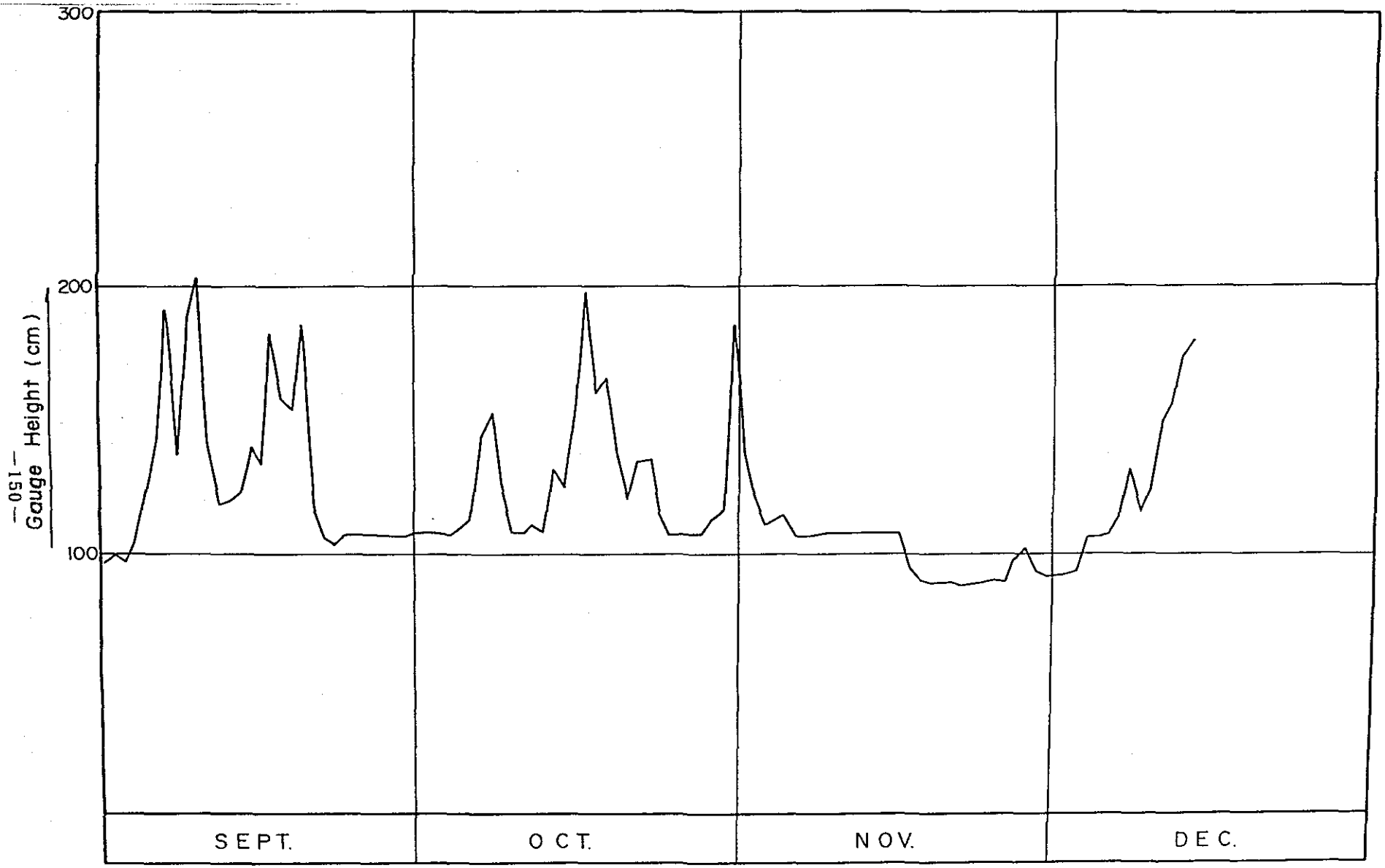


FIG. 6.5 GAUGE HEIGHT AT PANGIRINGAN (1983)

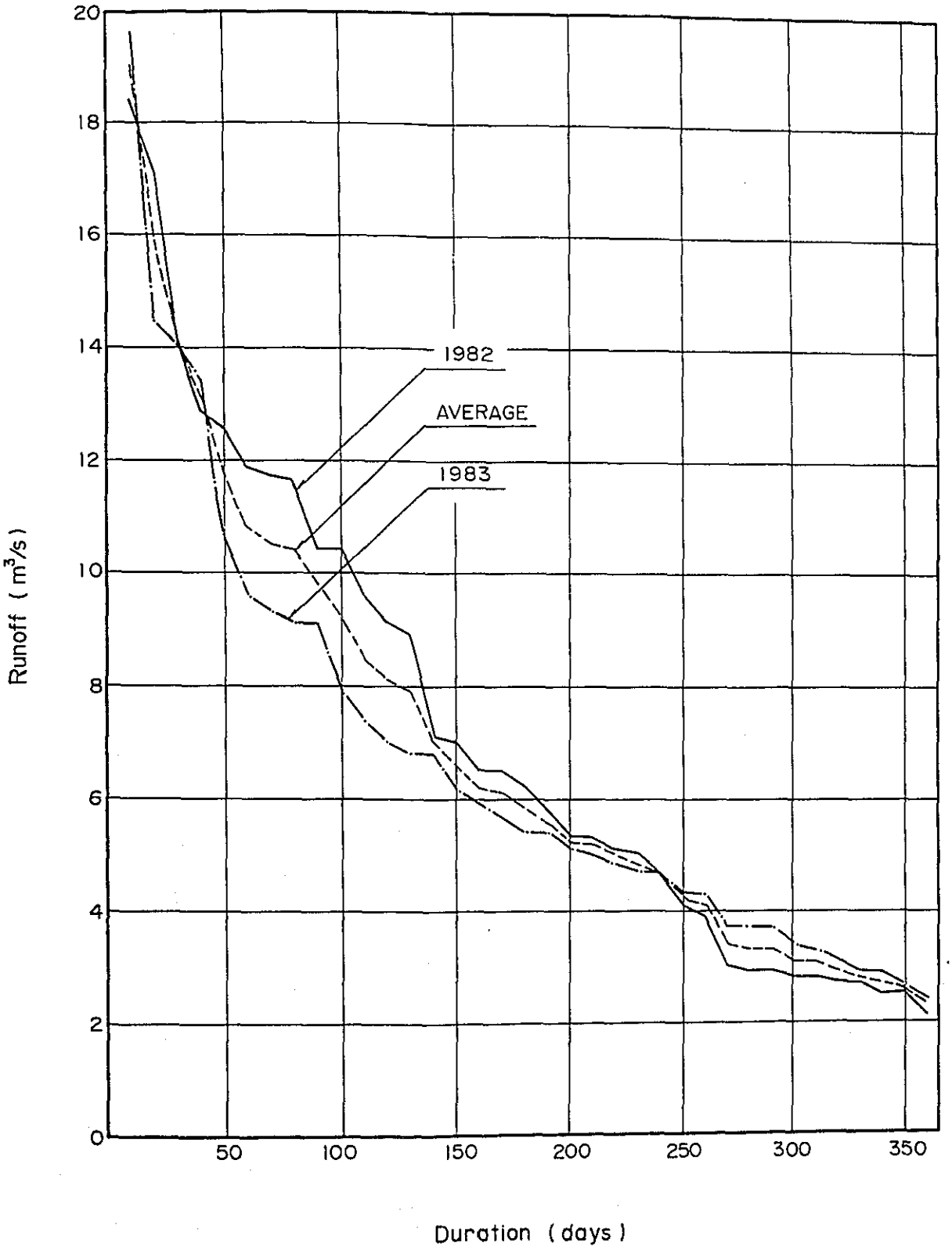


FIG. 6.6 RUNOFF DURATION CURVE AT PANGIRINGAN

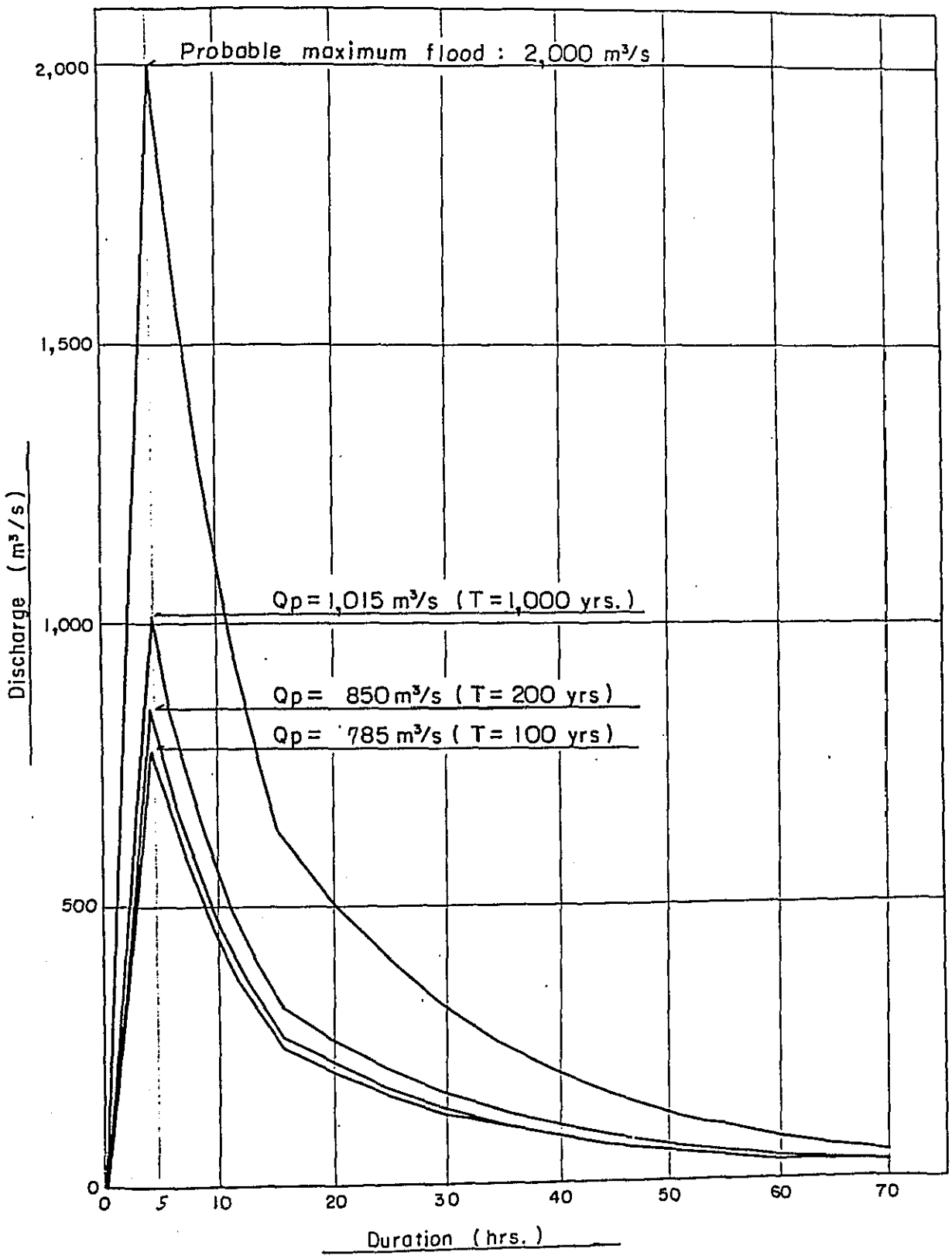


FIG. 6.7 FLOOD HYDROGRAPH