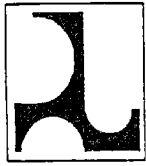


会 議 資 料 (英 ・ 和)

7 - 1 公共事業省

7 - 2 ガジャマダ大学

7 - 3 S T C、R C R S



THE REPUBLIC OF INDONESIA

THE MINISTRY OF PUBLIC WORKS

DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES DEVELOPMENT

**Explanation of Future
Comprehensive Study
on
Mt. Merapi and its Surrounding Area**

January, 1999

CONTENTS

	<u>Page</u>
<Necessity for Review of Existing Master Plan>	
1. Background	1
2. Necessity of the Further Study	2
<Sand Mining on Mt. Merapi>	
1. Present Mining Activity	4
2. Related Problems	7
<Necessity for River Improvement Program (K. Progo)>	
1. Background	8
2. Present Condition of Progo River	8
3. River Facility at Progo River	8
4. Sand Mining in K. Progo	10

<Necessity for Review of Existing Master Plan>

1. Background

Mt. Merapi as the most active volcano in the world. Mt. Merapi's recent eruptions begin with the registering of abnormal volcanic activities since 1992. The frequent pyroclastic flows (also call as Nuee ardante) produced by collapse of the lava dome rushed down and supplied non-considerable amount of volcanic materials to between the south-western and western slopes. It is influenced in K. Boyong, K.Kuning, K. Lamat and K. Senowo river basins, where direct supply of the volcanic materials estimated to be scarce in the Master Plan (1980, by JICA). It means that only small scale of sabo facility plan had been established in these river basins. Urgent Countermeasure Projects in line with structure measure has been conducted by National Budget Project and OECF Project.

Moreover, the dense-populated cities including Yogyakarta City are located in the downstream of these rivers. According to statistical data, the population of the Yogyakarta Special region is about 3 million, including the city of Yogyakarta, Sleman and Magelang with a population of nearly 900,000, and the number of tourists visiting Yogyakarta averages 7 million persons per year including domestic and international tourist. Due to its significance on a regional and national level, National Disaster Control Program has been targeted in line with preventive action for facing any disaster and measures to be taken by facilities and infrastructure from Pelita VI (REPELITA IV, Sixth National Development Plan).

Eruptions of 1994 and 1998 influence to un-considerable directions and amount of pyroclastic flow materials, and it caused to social impact and economic effects for the people around the effected areas. One such matter that frequently affects the situation is the occurrence of pyroclastic flow influences in the area of Mt. Merapi. People who are domiciling along banks of these rivers are preparing for evacuation in fear of increasing debris flow occurrences.

It is noticed that existing evacuation system in line with debris warning system is not covered whole effected area.

Consequently, the countermeasures shall be taken for protecting human life and stabilizing inhabitant's livelihood by freeing them from the fear of volcanic disasters.

2. Necessity of the Futher Study

To mitigate serious disaster produced by pyroclastic flow and debris flow in the study area , the following subjects or targets should be achieved immediately.

(1) Prediction of Preliminary Disaster Scale

Un-considerable amount of pyroclastic flow materials produced in the 1992, 1994, 1997 and July 1998 eruptions remain as unstable condition between the southwestern and western slope as follows;

a. Sediment Condition of 1992 Eruption

Around 4.0 million m³ of sediment from the 1992 eruption is deposited on the southwest side of Mt. Merapi from K. Pabelan to K. Batang.

b. Sediment Condition of 1994 Eruption

Pyroclastic flows occurred in 1994 at K. Boyong, K. Krasak and K. Kuning. These rivers form as deep valleys and materials produced by pyroclastic flows are deposited in these valleys. Future stages of erosion are likely to result in the occurrence of serious debris flow during rainy seasons. The volume of deposited materials was estimated as about 3.0 million m³ produced by the eruption in 1994.

c. Sediment Condition of 1997 eruption.

The pyroclastic flows ran down on the mountain side along K. Krasak, K. Bebeng as far as 6 km, along K. Boyong 5 km, and along K. Putih 1.5 km. The amount of the deposited sediment volume of the pyroclastic flows is estimated around 2.5×10^6 m³.

d. Sediment Condition of July 1998 Eruption.

The pyroclastic flows directly flowed into upper river basin areas of K. Lamat, K. Senowo and K. Blongkeng rivers. The pyroclastic deposit cover on the existing deposits due to 1992 eruption. About 40 times pyroclastic flow occurred during 11-18 July 1998, and carried the huge amount of dry ash materials (3.5 million m³). The biggest pyroclastic flow reached 7 km distance from the summit.

Thus, the recent movement of lava dome, which is directly influence to pyroclastic flows, is ready to rush down to downstream. In the facts of frequently effects of such preliminary disasters of Mt. Merapi, prediction of lava dome collapses and occurrence of pyroclastic flows can be obtained for long term countermeasure plan by using the recent technical developed methods.

(2) Improvement of Evacuation System by Non-structural Measure

Many people and properties in the possible disaster areas are continuously confronted with a fear of volcanic disasters and their social insecurity brought about by the sediment disaster is very high. There exists debris monitoring system operated by Sabo Technical Center (STC), but in terms of long term program for non-structural measure is not established completely. The overall utilization plan by using the existing system and public facility are necessary to conduct in this study.

(3) Management of Sand Mining

Mt. Merapi sands are popular due to its coming process, and its total amount is related with the pyroclastic flows or debris flows occurrences. A national road Yogyakarta - Semarang locates western side of Mt. Merapi and continuous supply of sediment materials, the sand mining market promptly developed in the study area since year of 1994. An amount of excavating volume in the area of Mt. Merapi is estimated about 1.5 – 2.0 million m³ per year. In terms of sediment balance in the target basin, sand mining activity is one of integrate measure to give a extra empty capacity in the sediment reservoirs, but it is not considered as numerical approach at present. The amount of excavating sediments by sand minings without numerical approach will cause to a serious riverbed degradation in K. Progo River and destruction of existing sabo structures. Thus, to cope with long term management for volcanic debris control plan, detail excavation program is necessary to be considered with a limitation of structural measure.

(4) Sediment Effects to K. Progo River and Other Rivers

A riverbed degradation phenomena continuously effects to the operation of the existing irrigation systems along K. Progo River course. Five rivers of Mt. Merapi flow into K. Progo River of which provide a huge potential irrigated area. Thus, to settle the river degradation problem in K. Progo River, the comprehensive study of sediment balance is required. In addition, necessary countermeasure plan to settle future condition in the K.Progo River and other rivers (K.Opak and K.Dengkeng Rivers) shall be studied in early stage.

<Sand Mining on Mt. Merapi>

On the beginning, the mining was done by the people manually. K. Krasak, K. Putih, K. Blongkeng, and K. Woro have to be sand mining locations since previously. On the beginning of Pelita (Five Year Development), the government projects always require the Mt. Merapi sand using. The socialization which on the beginning was intended to decreased the sand flood pressure, become very successful when the sand mining become an interested business for entrepreneurs, or become a field of endeavor. For the local people or *buruh slenggrong / slenggrong labour* (the workers who transfer the sand into the truck box), in compliance with full speed development or increasing the sand necessity.

The sand excavation using the heavy vehicle was started around 1994. Since that time, the sand transportation used the Jumbo Truck which have capacity 25 m³ was started. Since on that time, the mining have been also done on day-night, because by using the machine, the work become more effective. Its mean that mining volume also started to increase.

1. Present Mining Activity

(1) Excavation Method

< By Heavy Equipment >

The sand excavation using the heavy vehicle was started around 1994. Since that time, the sand transportation used the Jumbo Truck which have capacity 25 m³ was started. Since on that time, the mining have been also done on day-night.

< By Man Power >

Total of the sand collector miner to serve the small trucks without heavy vehicle / truck = 3 persons and man power for lifted and flatterer is 3-4 persons / truck. For the big truck by heavy vehicles, need the *slenggrong* man power.

(2) Number of Workers

If each trucks is consist of 2 -3 persons, in average serve 2 trucks per day (afternoon & night), and number of truck trips in accordance with daily direct checking (only in the afternoon) is 350 trips, therefore it will be man power as amount of $3 \times 350 = 1,050$ persons, this number is closed the total member of Goro organization as amount of 1,000 persons.

According to the observation, everyday truck can transported the sand twice (trips) for afternoon and night. Thus, there are 150 trucks which in operate to transport the sand. If each truck have 1 (one) 1 driver and 1 assistant to a driver, therefore, there are 350×2 man power.

In each SIPD mining location, there are about 10 person average for security, administration, operator, and assistant to operator. At the all of Mt. Merapi sand mining

area, there are 12 active locations in upper course area. So, the SIPD mining involved 12 x 10 man power.

The mining effort will involved man power as follows :

- man power of excavation	= 1,050 persons
- driver and assistant to driver	= 700 persons
- administration/security/operator and mechanic	= 120 persons
Total	= 1,870 persons

Observed from the age of miner workers member, it is estimated 60 % are among others : head of household, with the average 4 family members. From here, we know that the this mining activity will involved as amount of 50 % x 1,870 x 4 + 40 % x 1.870 = 5,236 persons.

(3) Amount of Excavation Volume

1) Monthly Excavation Volume

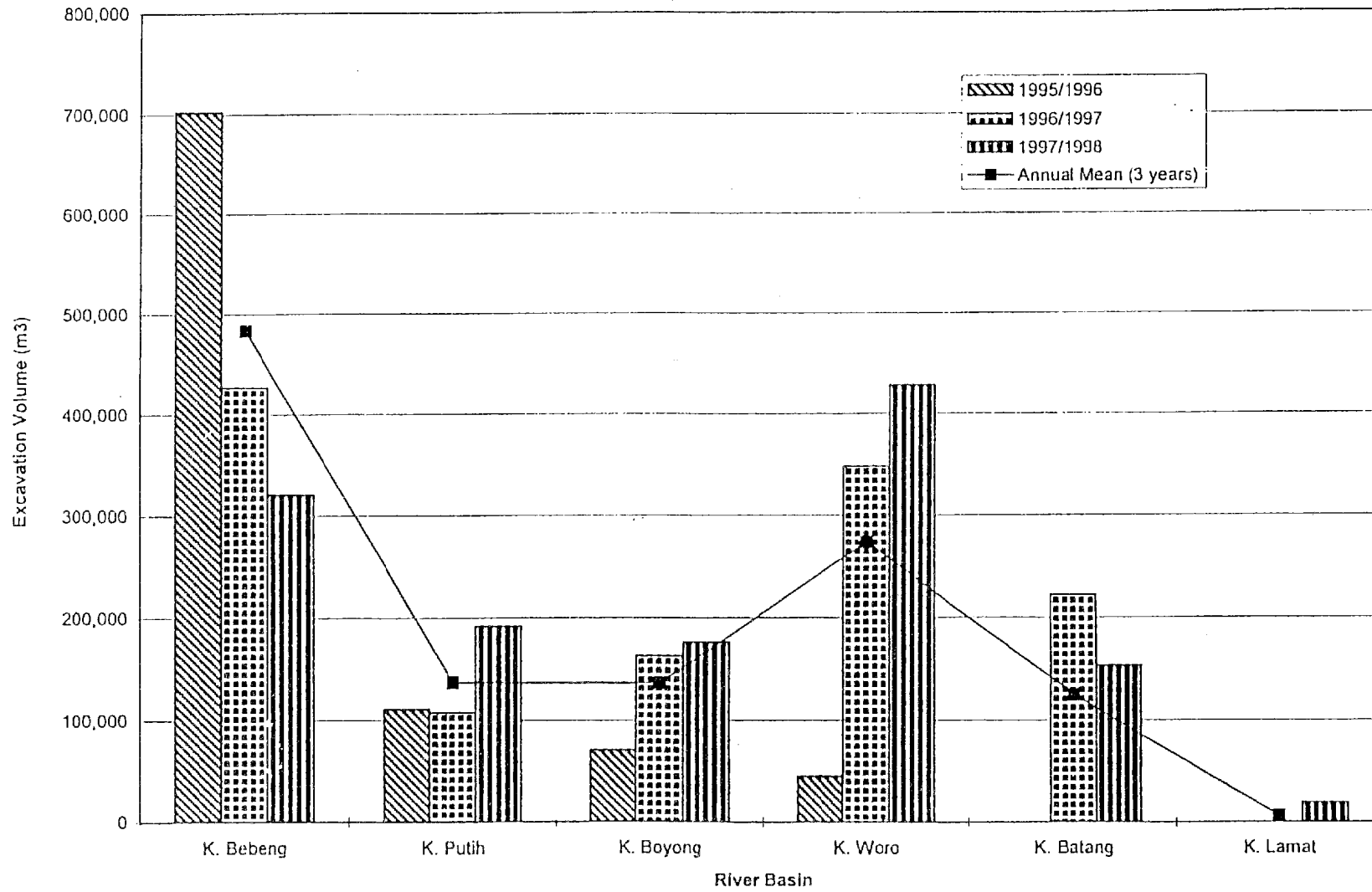
Mean monthly excavation volume river basin reported by SIPD are summarized in Table-1.1 and Figure-1.2

Table-1.1 Monthly and Annual Excavation Volume by Basin (1995/1996 - 1997/1998, 3 years)

Unit (m³)

River	Month	Fiscal Year	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Total Volume (1 years)	Monthly Mean
K. Bebeng		1995/1996	14,306	42,246	51,166	41,376	19,103	41,241	46,219	351,224	-35,339	30,094	14,529	15,550	702,393	58,532.8
		1996/1997	25,156	39,046	7,146	20,347	65,009	18,029	8,407	27,619	55,204	94,241	19,211	47,646	427,060	35,588.3
		1997/1998	25,262	16,399	30,950	35,275	19,884	42,639	53,631	30,140	33,256	7,661	12,638	13,004	320,737	26,728.1
	Mean		21,575	32,564	29,754	32,333	34,665	33,970	36,086	136,323	41,266	43,999	15,459	25,400	483,397	40,283
K. Putih		1995/1996	49,750			2,661	9,504	9,334	1,628	15,228	10,659	5,131	2,877	4,392	111,164	11,116.4
		1996/1997	4,153	11,484	1,854	1,958	9,193	27,058	4,375	6,962	3,016	5,418		32,263	107,739	9,794.5
		1997/1998	5,978	29,298	33,886	10,055	14,527	12,147	46,679	7,263	12,897	8,144	5,492	5,646	192,009	16,000.7
	Mean		19,962	20,391	17,870	4,891	11,075	16,180	17,561	9,818	8,357	6,231	4,184	14,100	136,971	12,304
K. Boyang		1995/1996			6,380	9,321	4,836	6,819	7,285	6,458	6,820	7,620	7,131	8,142	70,812	7,081.2
		1996/1997	11,164	10,327	8,406	12,414	14,890	7,884	11,786		32,422	19,124	17,992	16,228	162,637	14,785.2
		1997/1998	27,153	10,766	9,690	15,191	9,414	8,432	16,953	20,177	18,863	7,847	12,192	19,427	176,103	14,675.2
	Mean		19,158	10,547	8,159	12,309	9,713	7,712	12,008	13,317	19,368	11,530	12,438	14,599	136,517	12,181
K. Woro		1995/1996				23,670			21,503						45,173	22,586.5
		1996/1997	25,056	39,565	26,244	28,202	32,806	31,195	30,536	27,401	30,341	24,865	25,452	26,299	347,963	28,996.9
		1997/1998	34,869	63,202	37,374	40,214	37,176	35,757	31,512	28,325	37,382	28,325	19,626	35,000	428,760	35,730.0
	Mean		29,963	51,384	31,809	30,695	34,991	33,476	27,850	27,863	33,861	26,595	22,539	30,649	273,965	29,104
K. Batang		1995/1996													0	
		1996/1997				35,302	16,517	12,920	16,082	22,644	100,217		2,279	15,778	221,739	27,717.4
		1997/1998	3,223	24,083	13,849	20,418		21,836	1,371	4,353	21,189	17,271	16,806	8,553	153,256	13,932.3
	Mean		3,223	24,083	13,849	27,860	16,517	17,373	8,727	13,499	60,703	17,271	9,542	12,313	124,995	20,825
K. Lamac		1995/1996													0	
		1996/1997													0	
		1997/1998							6,840	8,820	3,825				19,485	6,495.0
	Mean								6,840	8,820	3,825				6,495	6,495

Figure-1.2 Annual Excavation Volume by basin
(1995/1996 - 1997/1998, 3 Fiscal Years)



2. Related Problems

(1) General

The problems which are related with the mining are the construction site land which not acquitted yet up this time, and the people who think that the land still their own and can be use for every thing. Before the construction, the people really have approved orally that on their land can be constructed the construction by Mt. Merapi project with the consideration that on that time debris flow danger was threaten.

This condition to be make heavier by the rise and fall of danger threaten reality, the effective tax payment, the easy money taken by give the permission for sand mining or mine by them self.

(2) River Condition at Lower Course of K. Progo

Irrigation construction and cross construction of K. Progo lower course (lower course joint between K. Krasak and K. Progo) is Nanggulan bridge, Bantar bridge, Bantar train bridge, Kamijoro intake, Sapon intake and Srandakan bridge. Since the its mining continuos by heavy vehicle as well as at upper course (debris flow channel) and K. Progo lower course, all mentioned river construction, except Bantar train bridge and Kamijor intake, experienced the foundation scouring. We can say that its riverbed descending, but we can not make sure if our references is the riverbed design.

From the observation of the mentioned low riverbed condition (1995), actually Kamijoro intake which almost 30 years was covered by sediment, on 1997 have flow down again. In addition, the analyzed of construction installation, generally its can said that only construction which was constructed after 1969 eruption which was experienced the foundation scouring.

Even though, if we compare the total incoming sediment and outgoing sediment by the mining, we can know that there are very big influence against the sediment transportation balance at K. Progo.

<Necessity for River Improvement Program (K. Progo)>

1. Background

On October, 1971, Government of Indonesia established "Kali Progo Basin Study" under Overseas Development Administration Foreign & Commonwealth office, London.

Some of irrigation intake has recommended by the Report in term of surface development approach, but not sufficiently completed with sediment balance in term of present riverbed condition of surrounding sediment resources effects.

2. Present Condition of Progo River

- (1) Present condition of Progo river at present time is very serious conditions, especially due to the morphology changing which not benefit to the river utilization for various importance.

The main reasons are described as follows;

- due to the miner behavior who have tendency to take sand in river
- also power to destroy which flow along the river channel, especially on the time of flood, it become higher due to the flow profile on river channel become more tight.

- (2) The condition of K. Progo riverbed which deeper than the present condition had been happened on 1961, on the time of debris control of Mt. Merapi not yet started, on the time of sand mining activity still carry out by the simple manner and low volume and there is no sediment supply due to the big eruption was all over 30 years ago (1933 eruption ?). Refer to Figure-3.

Refer to the observation to the construction time, its also indicate that the construction which are made before 1969 eruption (Bantar bridge I, Bantar railway bridge, Kamijoro Intake) are not broken on the present K. Progo riverbed condition.

3. River Facility at Progo River

In Progo river have completed with 4 (four) intake structures for irrigation purposes and 3 (three) public bridges. Each structures are summarized as follows; (refer to location map).

- (1) Kalibawang Intake

It built on 1950. Result of the big flood on 1966, therefore the construction and main channel as long as 500m was broken and was constructed new construction on 1969 / 1970 to irrigated 6,500 ha field rice.

- (2) Karangtalun Intake

It was built on 1970 in the purposes to irrigate 25,000 ha through Mataram irrigation channel.

(3) Kamijoro Intake

It was built on 1924 in the purposes to irrigated 2.300 ha irrigated area.

Up to 1970 it always happened the sedimentation on the construction intake which plug up the tunnel. At the present time it has not function due to the water surface always lower than construction shoal.

(4) Sapon Intake

The simple construction of intake construction was built on 1914 in order to irrigate 1.917 ha irrigation area and every year washed away/broken by the flood. On 1982 it was constructed the new permanent intake construction in the purposes to irrigate 2,300 ha irrigation area.

(5) Kebonagung Bridge

It was constructed on 1986 with blocked loose tight concrete. Beneath construction with reinforced concrete pillar cylinder. The bridge extend is 153.60 m and width is 7 m.

Due to it was happened degradation in that location, therefore in order to make safe and stabilization of bridge it construct a check dam at lower course of bridge in order to restrain the sediment, even though it has been damaged at present time.

(6) Bantar Bridge.

The old bridge was constructed on 1926 - 1930 by suspension bridge construction. New bridge was constructed on 1987 / 1988 by Australian steel framework for upper construction and lower construction is consist of 2 (two) abutments and 3 (three) bored piles foundation with 24 sticks boundary pole made of reinforced concrete. Bridge extend is 210 meter.

At this moment degradation of river bed is more than 4 (four) meter. The old bridge pole have experience the erosion.

(7) Srandakan Bridge.

It was constructed on 1878 - 1880 and was rehabilitate on 1975 - 1985 to accommodate the additional of vehicles number which passed this bridge and increasing of vehicles capacity. The bridge extend is 531 meter with 33 bridge pillar.

At present time, it was happened the lowering of river bed + 1.50 - 2.00 meter, especially at the right side of river bed, the local scrapping down surrounding the bridge stick was happened.

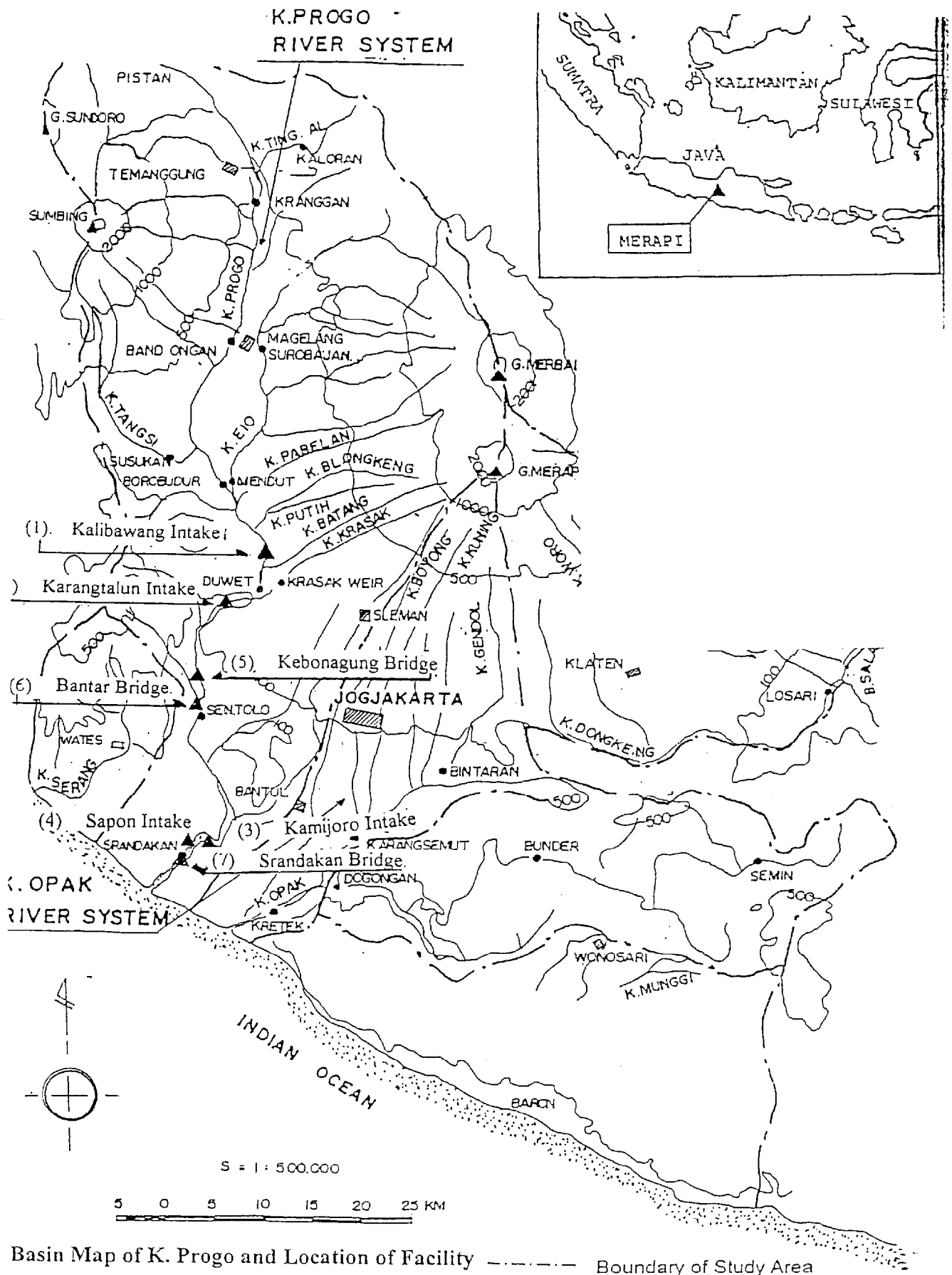
4. Sand Mining in K. Progo

(1) Sand Mining Activity

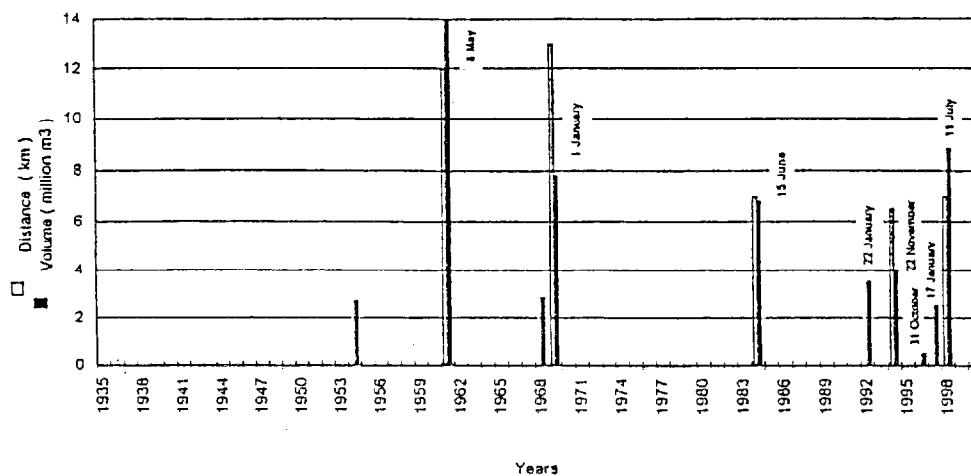
Sand mining activity(C Class) shall be allowed by Governor and get the Letter of Permit for Local Mining Activity (SIPD) after get the technical recommendation from the concerned offices. (Dinas PU).

(2) Mining Activity Location

On the issuance of Letter of Permit for Local Mining Activity, the mining parceling of land it better direct to the gradation / sedimentation area, in-bend , braiding and incision plan and also sand pockets. It is necessary to issued the mining prohibition in the following area: degradation, out-bend, slope and river critical section and also around the river construction.

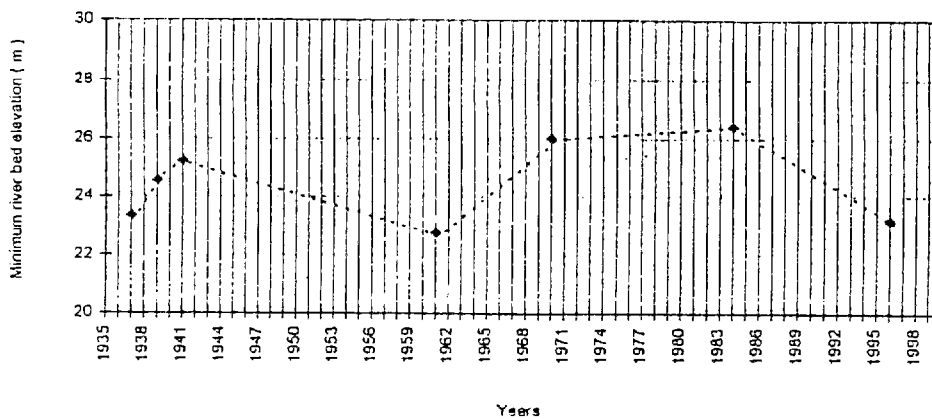


GRAPHIC DISTANCE AND VOLUME PYROCLASTIC FLOW DEPOSIT

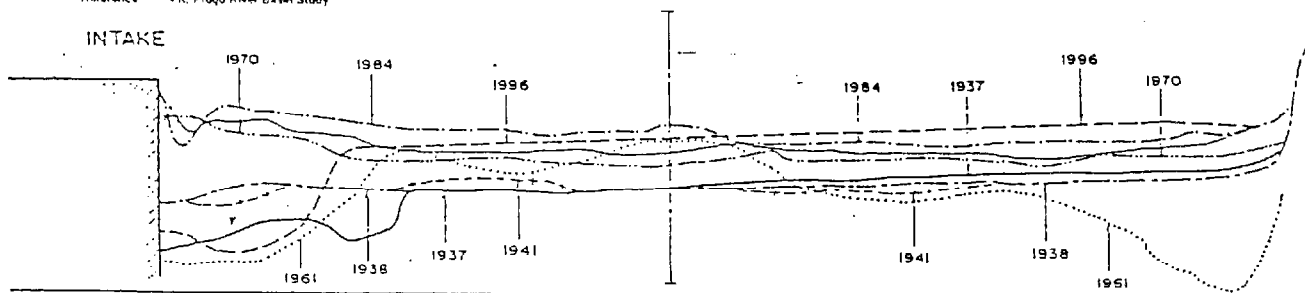


- Reference . . .
- Bulletin of the Volcanological Survey of Indonesia 1961
 - Report of Mt. Merapi Eruption January 7-8 1961 by Suparto Siswawidjaja 1971
 - Data Deser Gunungapi Indonesia 1979
 - Kegiatan Gunung Merapi dan Kantor Sekel Penyelidikan Gunung Merapi Juli 1994
 - Laporan Kegiatan Gunung Merapi Bulan Agustus 1998 BPPTK DK. Volcanologi

GRAPHIC MINIMUM RIVER BED ELEVATION AT INTAKE KAMIJORO
17 km from mouth, 55 km from summit



- Reference . . .
- K. Progo River Basin Study



Gb. 3 - Profil melintang K.Progo di Intake Kamijoro

EVOLUTION OF THE SABO TECHNOLOGY DEVELOPMENT

- Germany : “Wildbach verbaung” for torrential control.
- Nepal
- Swiss
- Japan : Typical stream of hyperconcentrated flow due to volcanic activity. -
- Indonesia : In accordance with the occurrence of volcanic natural disaster (Gunung Kelud, Gunung Semeru, Gunung Agung, Gunung Merapi)
 - 1969 : The Presence of Japanese Experts (incl. Prof. Yokota).
 - 1982 : VSTC
 - 1987 : STC
 - 1997 : ???

THOUGHTS ON SABO TECHNOLOGY AND ITS DEVELOPMENT

- The construction of the sabo facilities is *mainly* aimed at controlling sediment movement (resulted from volcanic activity) in natural steep channel.
- The physiographical condition of some areas of Indonesia is very potential to present land erosion. The construction of the sabo facilities should also (*secondly*) be aimed at controlling sediment movement in such critical area.
- Sediment, as other natural resources, must be properly managed in such a way that positive impact is maximum, and negative impact is minimum.

Some issues of positive impacts: the make use of sediment for various infra-structure development may support economic growth, the presence of sabo structures may prevent destructive power, etc.

Some issues of negative impacts: the presence of sabo structures as well as improper sediment exploitation may result serious degradation.

- Sabo technology is anticipated to be implemented integratedly. Sustainable human resources development should be established, and action research development should be conducted.

THE AUTHORIZED INSTITUTIONS TO COPE WITH SABO DEVELOPMENT :

- Japan : Ministry of Agriculture and Forest (for “mountain–side sabo work”),
Ministry of Public works (for “mountain-torrent sabo works”).
- Indonesia : Ministry of Public Works (for the construction of sabo higher than 5.00m),
Ministry of Forest (for the construction of sabo lower than 5.00m),
Regional Authority, e.g; Pemerintah Daerah Tingkat II /Kabupaten (for the water and sediment management).

SABO TECHNOLOGY AND ITS ROLE IN THE NATURAL RESOURCES DEVELOPMENT

- The construction of sabo is mainly aimed at controlling sediment movement (to minimize destructive power), either in the catchment and in the stream,
- In some extent, the construction of sabo may also be aimed at fulfilling various needs, such as
 - small irrigation scheme
 - transportation system
 - recreation area
 - etc

AVAILABLE FACILITIES RELATED TO SABO TECHNOLOGY DEVELOPMENT

UGM:

- Civil Engineering Department: Hydraulic Laboratory (Indoor Stream Model, and Hydraulic & Hydrology Software's, Instrumentation, 20 Ph.D Holders and Professors).
- Inter University Center: Hydraulic Laboratory (Outdoor Stream Model, Multi Purpose Tilting Flume, Sediment Flume, etc).
- BPPT: Coastal Laboratories (Wave Flume of 2.00m x 1.00m x 30.00m and Wave Basin of 50.00m x 50.00m).

STC:

- Sabo Technology Experts
- Laboratories (Indoor, Outdoor, Field)
- Existing Equipment (Telemetry System)

PURPOSES OF SABO FACILITIES :

- Not only suitable for the solution of disaster problems of active volcano region, but also that of non-active volcano region.
- Not only overcoming the problem of hyperconcentrated flow in the stream, but also the problem of solid movement in the catchment.
- In almost all cases of the national water resources development strategy, the sediment control by utilization of sabo technology may help considerably in optimizing the strategy.

CURRENT CONDITIONS OF SABO DEVELOPEMENT

Limited experts in sabo technology has made the utilization of sabo in integrated way with the land and stream management is less taken into account.

The available facilities of sabo (human resources, laboratories, equipments) sounds to be not managed integratedly, so that the function of the facilities are not maximum and sustain.

Research Development related to Sabo Technology:

Some research on sabo technology may be conducted independently, or integratedly with other disciplines, e.g., water resources management. Some topics are offered as the followings:

- 1) Specific intake structure as a part of sabo construction.
- 2) An introduction method to predict the amount of sediment supply from the active volcano.
- 3) An introduction technique of integrated system of sand mining: law enforcement, regional regulation, and its implementation guidance.
- 4) Optimization on the make use and management of critical land.
- 5) Development of telemetrically monitoring technique to support the disaster prevention program.
- 6) Introduction technique of emergency countermeasures against volcanic disaster.
- 7) Sediment balance of volcanic channels, natural and man-made mechanism.

POST GRADUATE PROGRAM (30-LEVEL) ENGINEERING SCIENCE, CIVIL ENGINEERING, OHSU
ENGINEERING SCIENCE, CIVIL ENGINEERING, OHSU

NO	CODE	SUBJECTS	CONCENTRATION						Extra Eng.?? Dissertation??
			Structure Eng. SCS	Geotech. Eng. SCS	Hydraulic Eng. SCS	Water Res. Eng. SCS	Coastal Eng. SCS	Water Res. Manag. SCS	
1	TKS 601	Research Methodology	2	2	2	2	2	2	2
2	TKS 602	Statistics	2	2	2	2	2	2	2
3	TKS 603	Continuum Mechanics	3	3	3	3	3	3	3
4	TKS 604	Elemental Method	2	2	2	2	2	2	2
5	TKS 610	Finite Element Method	3						
6	TKS 611	Structural Dynamic Analysis	2						
7	TKS 612	Structural Experimental Method	3						
8	TKS 613	Concrete Technology	3						2
9	TKS 614	Earthquake Structure	2						
10	TKS 615	Advanced Concrete Structures	3						
11	TKS 616	Advanced Steel Structure	3						
12	TKS 617	Advanced Mechanics of Material	2						
13	TKS 619	Plastics Analysis	2						
14	TKS 620	Bridge Structural Analysis	2						
15	TKS 621	Plate and Shell Analysis	2						
16	TKS 622	Construction Management	2						
17	TKS 626	Advanced Hydraulics			3				
18	TKS 631	Hydraulics of Sediment Transport			3				3
19	TKS 632	Hydraulics Modeling			2		2		
20	TKS 633	Advanced Computational Hydraulics			3				
21	TKS 634	Advanced River Engineering			3				
22	TKS 635	Open Channel Engineering			3				
23	TKS 636	River and Open Channel Control Structure			3				
24	TKS 637	Fluid Dynamics			3				
25	TKS 638	Hydro Power Structure			2				
26	TKS 640	Hydrology				3			
27	TKS 641	Groundwater Flow				3			
28	TKS 642	Hydrology Modeling				3			
29	TKS 643	Reservoir Operation				3			
30	TKS 644	River Basin Development				3			
31	TKS 645	Tidal Irrigation				3			
32	TKS 646	Irrigation System				3			
33	TKS 647	Water Quality				2			
34	TKS 650	Essentials in Coastal Engineering					3		
35	TKS 652	Wave Theory					3		
36	TKS 653	Hydrography and Hydrography			2	2	2		
37	TKS 654	Soil Soil Foundation					2		
38	TKS 655	Laboratory Activity					2		
39	TKS 656	Marine Engineering					3		
40	TKS 657	Estuary Hydrodynamics					2		
41	TKS 658	Coastal Structure					3		
42	TKS 659	Coastal and Recreation Processes					3		
43	TKS 660	Advanced Computational Hydraulics					3		
44	TKS 670	Advanced Soil Mechanics		2					
45	TKS 671	General and Engineering Geology		2					2
46	TKS 672	Soil Investigations and Instrumentations		2					
47	TKS 673	Flow Through Porous Media		2					2
48	TKS 674	Advanced Foundation Engineering		2					2
49	TKS 675	Soil Treatment		2					
50	TKS 676	Rock Mechanics		2					
51	TKS 677	Environmental Geosynthetic and Geotechnic		2					
52	TKS 678	Rock Engineering		2					
53	TKS 679	Soil Cut and Fill Structure		3					
54	TKS 680	Analysis of Critical Land Position		3					
55	TKS 682	Finite Element Method in Rock Mechanics		3					
56	TKS 726	Finite Element Method in Hydraulics			3				
57	TKS 748	Water Resources Statistics				3			
58	TKS 750	Soil Dynamics		3					
59	TKS 760	Advanced Wave Theory					3		
60	TKS 901	Regional General Information System						2	
61	TKS 902	Water Availability						3	
62	TKS 904	Water Demand						3	
63	TKS 907	Water Resources Conservation						2	
64	TKS 908	Land Conservation						2	2
65	TKS 909	Commodity Management						2	
66	TKS 910	Economy of the Water System Planning						2	
67	TKS 911	Economy of Water Resources Management						2	
68	TKS 912	Administration of Water Resources Institution						2	
69	TKS 914	Water Resources Control						2	
70	TKS 915	Water Resources Development						2	
71	TKS 916	Simulation of Water Resources Control						2	
72	TKS 917	Simulation of Water Resources Development						2	
73	TKS 918	Levee Erosion							2
74	TKS 923	Delta Flow							3
75	TKS 925	River Sediment Management							2
76	TKS 929	Slope Stability and Mass Wasting Protection							3
77	TKS 930	Erosion Protection Plan							3
78	TKS 931	Flood Control System							2
79	TKS 932	Monitoring and Assessment System							3
80	TKS 933	Methodology							2
81	TKS 934	(Non Technical Aspects (Social, Environment, etc.)							???
82	TKS 999	Theses	3	3	3	3	3	3	3
			45	47	47	45	45	42	42

new

**PROPOSED CURRICULUM OF S2-SABO ENGINEERING
GADJAH MADA UNIVERSITY**

No	Code	Subject	CSU
1	TKS 601	Research Methodology	2
②	TKS 602	Statistics	2
3	TKS 604	Numerical Methods	2
4	TKS 613	Concrete Engineering	3
⑤	TKS 631	Hydraulics of Sediment Transport	2
6	TKS 632	Meteorology	2
⑦	TKS 671	Geology, General and Engineering	2
⑧	TKS 673	Water flow in porous medium	2
⑨	TKS 674	Advance Foundation Engineering	2
10	TKS 906	Land Conservation	2
11	TKS 918	Land Erosion	2
12	TKS 923	Debris Flow	3
⑬	TKS 928	River Sediment Management	2
14	TKS 929	Land Slide and Mass Wasting Protection	3
15	TKS 930	Erosion Protection Plan	3
⑯	TKS 931	Flood Control System	2
⑰	TKS 932	Monitoring and Acquisition System	3
⑱	TKS 934	Non Technical Subjects (Social, Environment, etc.)	????
19	TKS 999	Theses	8
TOTAL			47

**PAST CURRICULUM OF S2-SABO ENGINEERING
GADJAH MADA UNIVERSITY**

No	Code	Subject	CSU
1	TKS 601	Research Methodology	2
2	TKS 602	Numerical Methods	2
3	TKS 613	Concrete Engineering	2
4	TKS 632	Meteorology	2
5	TKS 918	Land Erosion	2
6	TKS 923	Debris Flow	2
7	TKS 929	Land Slides	2
8	TKS	Engineering Geology	2
9	TKS	Hydraulic	2
10	TKS	Hydraulic Modelling	2
11	TKS	Sediment Transport	2
12	TKS	Erosion Control	2
13	TKS	Ground Water Flow	2
14	TKS	Soil Conservation	2
15	TKS	Computer Programing	2
16	TKS	Statistics	2
17	TKS 999	Thesis	8
TOTAL			40

Target or goal of the establishment of the master program in Sabo Technology:

Graduates should enable to analyse and apply integratedly the technical aspects (engineering theory, empirical formula, etc.) and non-technical aspect (socio-economic, environment, etc.), to handle the problem of volcanic area management.

Program Specifications:

- 1) Properties: Professional Program
- 2) Curricula: 42 Credit Points (including theses)
- 3) Duration : 15 Months
- 4) Theses : 8 Credit Points

Entry Requirements:

- 1) D4 and S1 in Civil Engineering, or
(Forestry, or Agriculture).
- 2) Pass the entry examination

Volcanic Sabo Technical Centre (VSTC)

Technical Cooperation between Indonesia and Japan in the field of Sabo was started in 1970 when the Government of Indonesia began to implement the First Five Year Development Plan. This Technical Cooperation includes several aspects such as technical assistance, counterparts training in Japan, and donation of equipment.

In 1977 the government of Japan sent Study Team for making Master Plan for land erosion and volcanic debris control in the area of Mt. Merapi. In the final report of the Master Plan, (1979) the Study Team recommended to the government of Indonesia to establish Volcanic Sabo Technical Centre in Indonesia.

In 1982 Volcanic Sabo Technical Centre (VSTC) was established in Yogyakarta with activities such as technical development and training. Since 1983 three kinds of domestic courses and several activities of technical development have been conducted.

Main activities of VSTC

- I. Training :
 1. General Course.
 2. Intensive Course.
 3. Comprehensive Course.

- II. Technical Development.
 1. Hydraulic Model Test.
 2. Forecasting and Warning System against debris flow.
 3. Protection of spillway crown of check dam (Test Construction).
 4. Reinforcement of dike by vegetative way.
 5. Flexible gabion structure.

Sabo Technical Centre (VSTC)

Volcanic Sabo Technical Centre have been introduced to many Indonesian engineers through the activities of VSTC. Mean while, it was observed in the field that damages caused by sediment related disaster took place in non volcanic area too, especially in bare land, fracture zone, slope collapse and land slides area.

Regarding the problems above both Government of Indonesia and Government of Japan agreed to promote technical cooperation project by establishing Sabo Technical Centre (STC) in 1992.

Main activities of STC

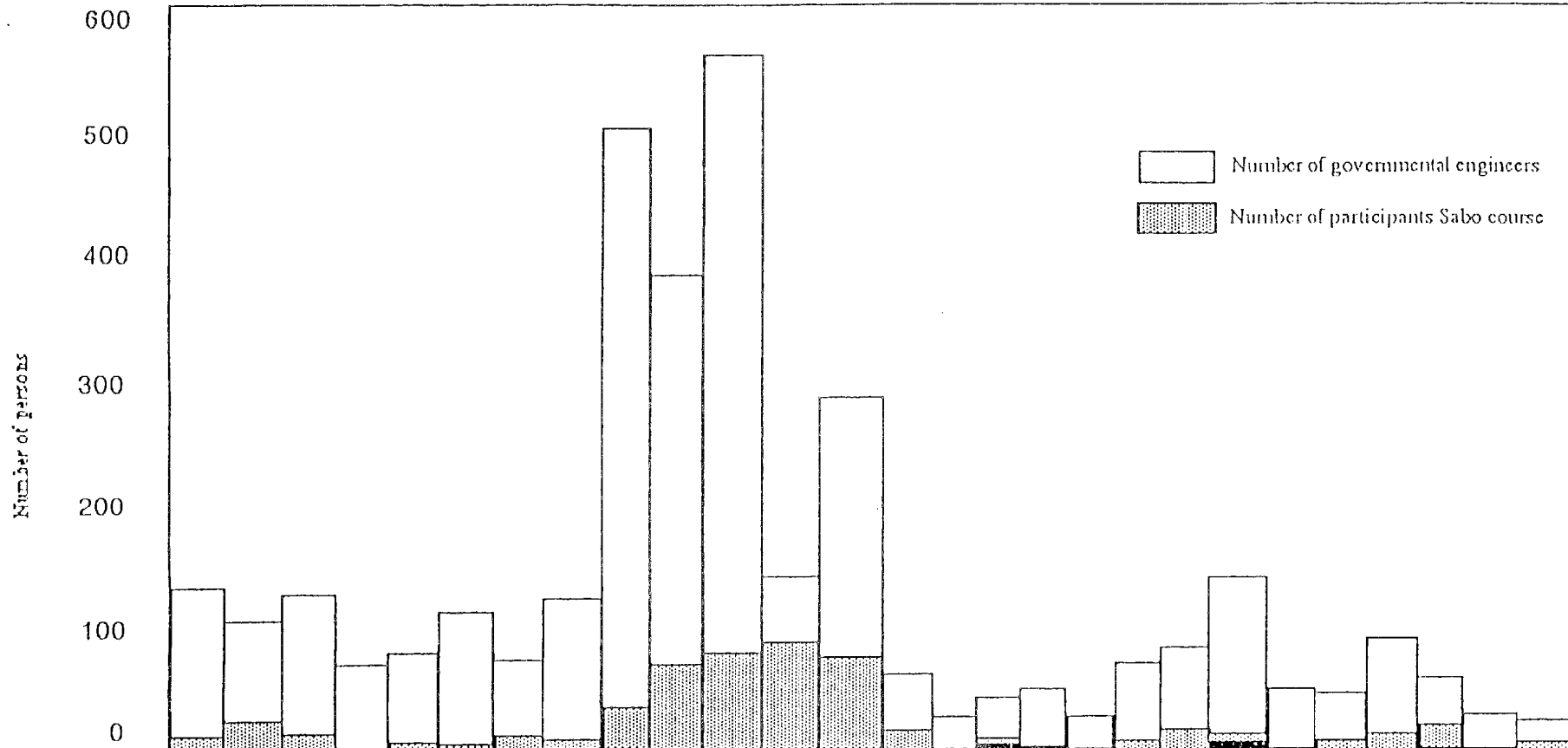
1. Technical Development
 - a. Sediment and debris control technology, including the irrigation facilities protection.
 - b. Development of the multipurpose Sabo dam.
 - c. Sediment control in reservoir.
 - d. Early warning system.
 - e. Landslide countermeasure technology (test construction).
 - f. Protection of local scouring (test construction)
 - g. Hydraulic Model Test.
2. Training
 - a. General Course.
 - b. Applied Course.
 - c. Public Extension Course.
3. Dissemination
 - a. Seminar.
 - b. Publication News letter.
4. Management Information System.
 - a. Data Base
5. Technical Guidance to related projects.

Expectation

Eventhough more than 500 Indonesian engineers and technicians have been train on Sabo engineering and several subjects of technical development have been studied through the activities of VSTC and STC, but in fact it were still lack of engineers who have higher level skill in advance technology and comprehensive management of disaster mitigation.

In order to set up strong foundation of Disaster Management as well as sustainable human Resource Development in the country, it is expected that the establishment of new Technical Cooperation Project will make it possible to support those purposes. The significant role of New Centre will be the back bone about technical, information and management of disaster prevention in Indonesia.

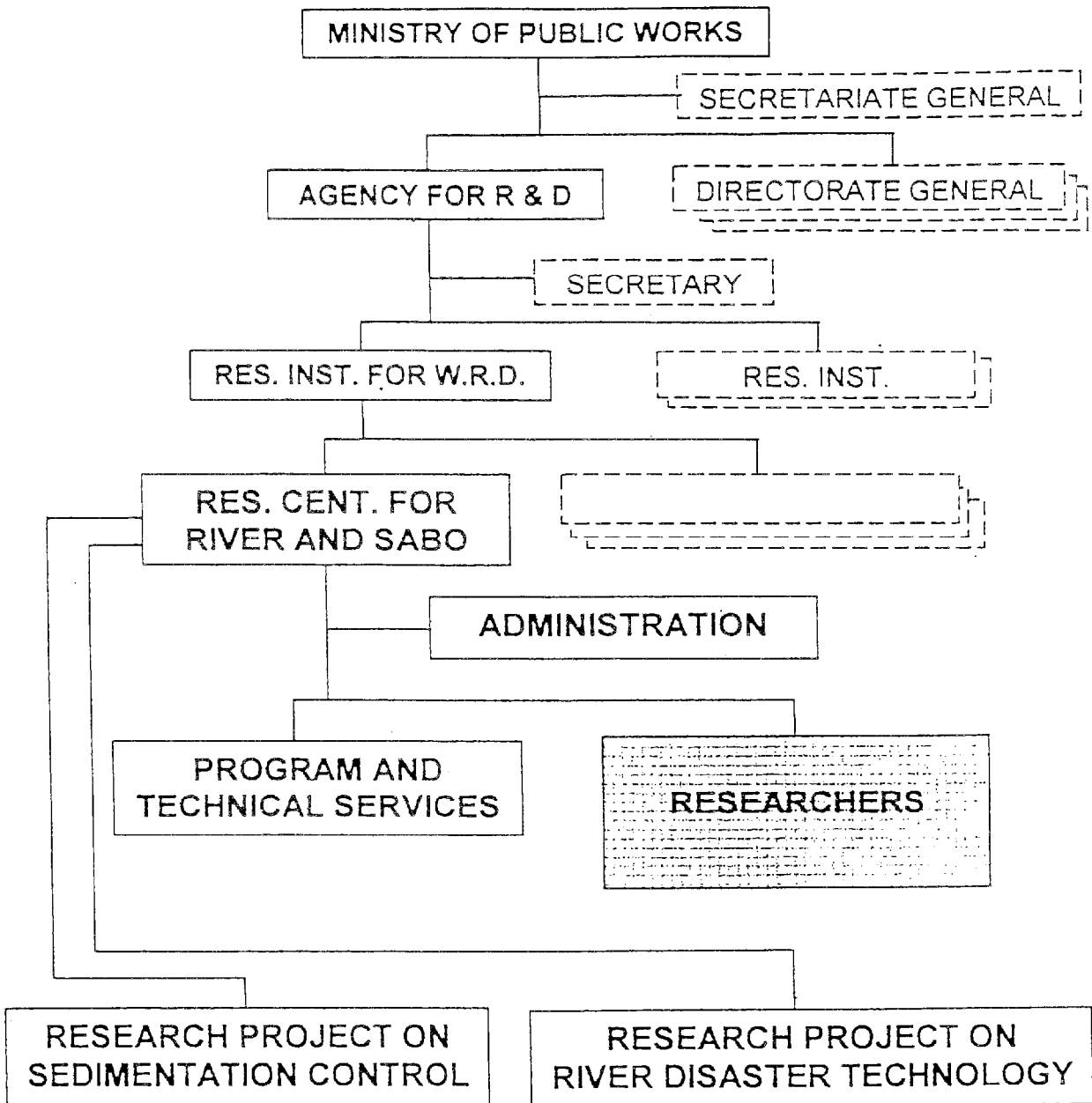
COMPARISON NUMBER OF PARTICIPANTS SABO COURSE (1983 - 1996)
AND GOVERNMENTAL ENGINEERS UNDER DGWRD



Number of Gov. Eng. (3,382)	141	108	133	56	69	121	56	124	501	388	564	125	209	52	32	36	38	22	54	71	135	38	37	80	52	34	26
Participants (479)	14	22	16	2	8	5	13	9	33	53	61	77	69	20	1	5	2	2	6	12	9	2	7	10	15	2	4
Province	D.I. Aceh	Sumb.w	Sumber	Riau	Jambi	Sumsel	Bengkulu	Lampung	DKI Jakarta	Jabar	Jateng	Yogyakarta	Jatim	Bali	Kalbar	Kalteng	Kalsel	Kalim	Sulut	Suleng	Sulsel	Sultra	Maluku	NTB	NTT	Irian	Timor

RESEARCH CENTER FOR RIVER AND SABO

ORGANIZATION CHART :



MAIN OFFICE AND SABO LABORATORY :
SOPALAN, MAGUWO HARJO, DEPOK, SLEMAN
YOGYAKARTA, INDONESIA

RIVER LABORATORY :
PABELAN, KARTOSURO, SURAKARTA, INDONESIA

MAIN JOB :
Executing agency in Research and Development Activities as well as Experiment , Testing, Technical Advises and Scientific Backbone on RIVER AND SABO TECHNOLOGY.

FUNCTION / MAIN ACTIVITIES :

- Survey and Data Collection in River and Sabo.
- Research, Development, Experiment and Testing, both in situ and in laboratories.
- Programming and technical services for research, development, technical advises as well as scientific backbone on river and sabo technology.
- Technical observation on River and Sabo Structures.
- Standardization
- Dissemination
- Administration activities.

PERSONALITY :

- | | |
|-----------------|---------|
| • Doctor | 1 psn. |
| • Post Graduate | 22 psn. |
| • Graduate | 14 psn. |
| • Bachelor | 15 psn. |
| • High school | 52 psn. |
| • Intermediate | 32 psn. |
| • Elementary | 11 psn. |

Total : 147 psn.

FACILITIES :

1. RIVER ENGINEERING LABORATORY (in SURAKARTA) :

- In-door laboratory ($\pm 720 \text{ m}^2$)
- Out-door laboratory ($\pm 16,000 \text{ m}^2$) *16 ha.*
- Calibration Flume (100 m length, 1.00 m wide)
- Instruments of Hydraulic Observations
- Instruments for Soil Mechanic Test
- etc.

2. EROSION AND SEDIMENT CONTROL (SABO) LABORATORY (in YOGYAKARTA) :

- In-door laboratory ($\pm 500 \text{ m}^2$)
- Out-door laboratory ($\pm 400 \text{ m}^2$)
- Instruments for Concrete and Material Test
- Instruments for Soil Mechanic Test
- Radar Rainfall and Rainfall Gauge
- etc.

OBSERVATION CONCERNS AND TECHNICAL DEVELOPMENT :

- RIVER ENGINEERING AND RIVER MORPHOLOGY
- EROSION AND SEDIMENT CONTROL ENGINEERING
- WATER INDUCED DISASTER PREVENTION
- TORRENT HYDRAULIC AND HYDROLOGY
- TELEMETERING AND WARNING SYSTEM

OBSERVATION WORKS :

- IN SITU EXPERIMENT
- HYDRAULIC MODEL TEST
- MATHEMATICAL SIMULATION MODEL

JOINT RESEARCH ACTIVITIES :

1. HYDRAULIC MODEL TEST FOR LUBUK BEGALUNG DIVERSION DAM IN ARAU RIVER (Joint with Nikken Consultant Incorporation, 1986 – 1987)
2. HYDRAULIC MODEL TEST FOR SERVICE SPILLWAY PLUNGE POOL OF KEDUNG OMBO DAM (Joint with Snow Mountain Engineering Consultant, 1988)

3. HYDRAULIC MODEL TEST FOR SUNTER OUTLET OF EAST JAKARTA FLOOD CONTROL PROJECT (Joint with Nikken Consultant Incorporation, 1990)
4. HYDRAULIC MODEL TEST FOR PROJECT (Joint with Nikken Consultant Incorporation, 1990)
5. HYDRAULIC MODEL TEST FOR JABUNG RETARDING BASIN AND NORTH DIVERSION FLOODWAY (Joint with Nippon Koey, 1993 – 1994)
6. HYDRAULIC MODEL TEST FOR KRANGKENG WEIR ON CATUR RIVER, MADIUN(Joint with Nippon Koey, 1993 – 1994)
7. HYDRAULIC MODEL TEST FOR JABUNG RETARDING BASIN AND FLOODWAY (Joint with Nippon Koey, 1997)
8. RESEARCH ON DISASTERS BY FLOODS AND GEOMORPHOLOGICAL CHANGES AND THEIR MITIGATION (Joint with The Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Japan ; 1991 – 1994 , 1994 – 1999)
9. EROSION RATE AT NEW VOLCANIC DEPOSIT (Joint with Erosion Control Division, Public Works Research Institute, MOC. Japan, 1998 – 2002)
10. MORPHOLOGICAL CHANGES IN PROGO RIVER (Joint with the Progo River Project, 1998 – 1999)
11. NATURAL DISASTER MANAGEMENT (Joint with The Research Center For Natural Disaster Gadjah Mada University, 1998 –)

OTHERS :

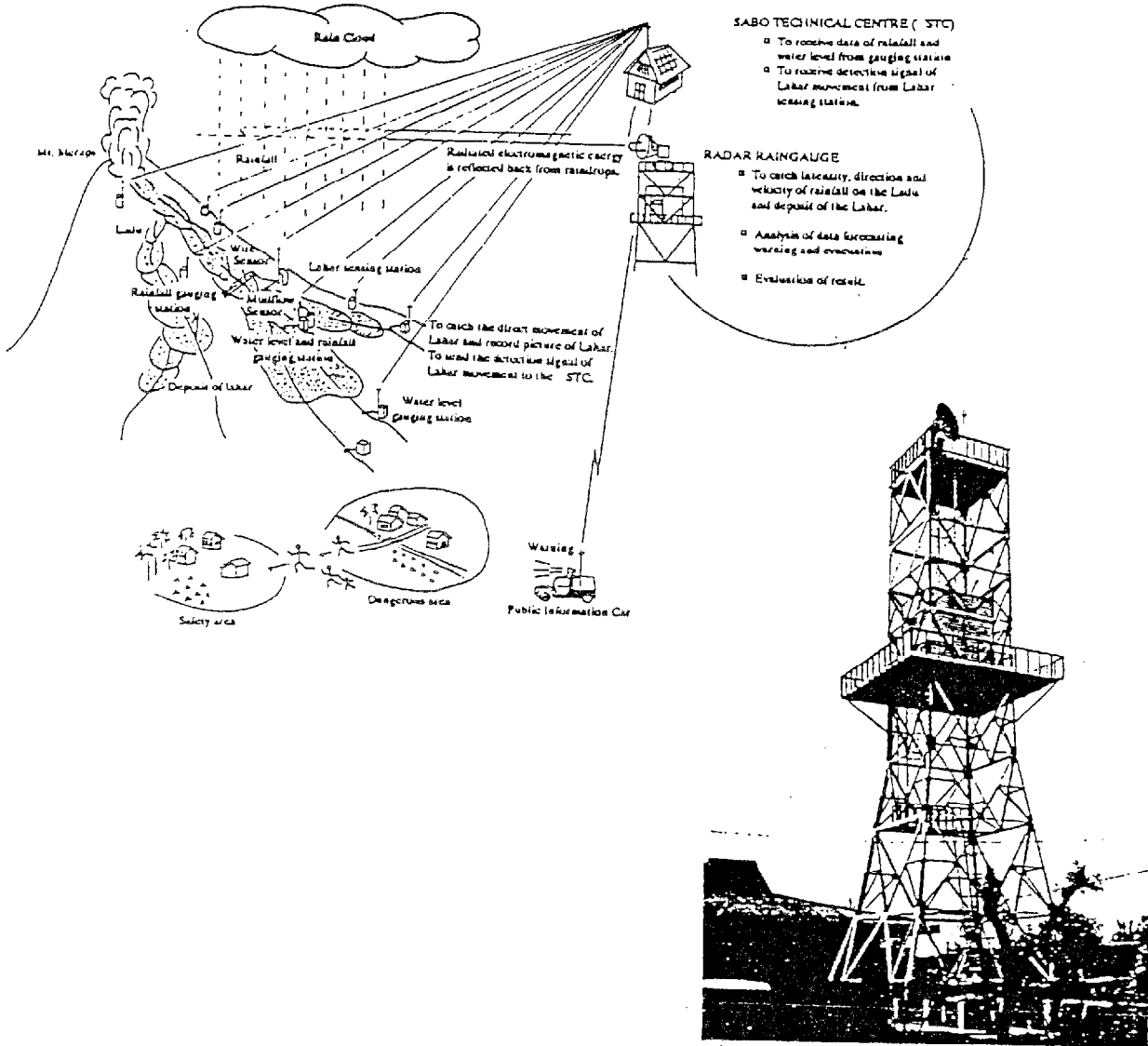
Supporting data and information concerning the rainfall and lahar floods surrounding Merapi Volcano to the "SATLAK" as well as "SATAKORLAK".

This activity supported by Telemetry dan Rainfall Radar System shown in attachment.

Promote integrated countermeasures against sediment disaster

It is necessary that not only the physical countermeasures such as construction of sabo dam but also the non-physical countermeasures such as early warning and evacuation system for sediment disaster and the management of sabo project areas should be conducted integratively under a unity with the central government, local government and inhabitants.

DEBRIS FLOW FORECASTING AND WARNING SYSTEM AT MT. MERAPI AREA



Radar Raingauge Station at STC. This radar can display the rainy zone and rainfall intensity within 40. Km in radius putting the STC site its centre. The obtained data visually can be observed on CRT display.

インドネシア共和国 公共事業省 水資源開発総局

メラピ山およびその周辺地区に関する今後の総合研究の説明

1999年1月

目 次

<現在の基本計画の見直しの必要性>

1. 背景
2. 更なる研究の必要性

<メラビ山の採砂>

1. 現在の採取活動
2. 関連問題

<河川改修計画の必要性 (K. プロゴ) >

1. 背景
2. プロゴ川の現状
3. プロゴ川の河川設備
4. K. プロゴにおける採砂

<現在の基本計画の見直しの必要性>

1. 背景

メラピ山は世界で最も活発な火山である。メラピ山の最近の噴火は、1992年以降の異常な火山活動の記録から始まった。溶岩ドームの崩壊により生まれる火砕流（熱雲とも呼ばれる）が頻繁に押し寄せ、南西側斜面と西側斜面の間に考えられないほどの量の火山物質を供給している。これは、K. Boyong、K. Kuning、K. Lamat、K. Senowoの流域に影響を与えているが、基本計画（1980年、JICA作成）では、その地域では火山物質の直接供給は少ないと見積もられている。これは、これらの流域では、小規模な砂防設備の計画しか作られていないということの意味する。構造物基準と一致した緊急対策プロジェクトが、国予算プロジェクト（National Budget Project）およびOECDプロジェクトで行われている。

さらに、ジョグジャカルタ市を含む人口密度の高い都市が、これらの河川の下流に位置している。統計データによると、人口が90万人近いジョグジャカルタ、Sleman、Magelangを含むジョグジャカルタ特別地区の人口は、約300万人である。また、ジョグジャカルタを訪れる国内外からの観光客の数は年間平均700万人である。同地区の地域レベル、国レベルにおける重要性のため、あらゆる災害の予防措置とPelita VI（REPELITA IV、第6次全国開発計画）による設備およびインフラによって取る対策と合わせ、国の災害調整プログラムが進められている。

1994年および1998年の噴火は、方向と火砕流物質の量に考えられないほどの影響を与え、影響を受けた地域周辺の人々に社会的、経済的影響を与えた。状況にしばしば影響を与える事柄の一つは、メラピ山地区での火砕流の発生である。これらの川の河岸沿いに住所を定めている人々は、土石流の発生が増えることを恐れて、避難の準備をしている。

土石流警報システムと一致した現在の避難システムは、影響地域全体をカバーしていないことに気付く。

従って、人命を守り、火山災害の恐怖から住民を解放して彼らの生活を安定させるために、対策を取らなければならない。

2. 更なる研究の必要性

調査対象地域の火砕流および土石流による深刻な災害を緩和するために、以下の主題または目標を直ちに達成すべきである。

(1) 予備的な災害規模の予想

1992年、1994年、1997年、および1998年7月の噴火によってできた考えられないほどの量の火砕流物質が、南西側斜面と西側斜面の間に不安定な状態のまま残っている。

a. 1992年噴火の土砂の状態

1992年の噴火から生じた約400万立方メートルの土砂が、K. PabelaからK. Batangまでメラピ山南西斜面に堆積している

b. 1994年噴火の土砂の状態

1994年、K. Boyong、K. Krasak、K. Kuningで火砕流が起こった。これらの河川は深い谷を形成しており、火砕流によって生じた物質はこれらの谷に堆積した。今後の浸食の段階では、雨期に深刻な土石流が発生する可能性がある。1994年噴火によりできた堆積物は、約300万立方メートルと推定されている。

c. 1997年噴火の土砂の状態

火砕流が、K. Krasak、K. Bebung沿いの山の斜面を6km、K. Boyong沿いを5km、K. Putih沿いを1.5km、流れ下った。火砕流の堆積土砂量は、約 2.5×10^6 立方メートルと推定されている。

d. 1998年7月噴火の土砂の状態

火砕流がK. Lamat川、K. Senowo川、K. Blongkeng川の上流域に直接流れ込んだ。火砕流の堆積物は、1992年噴火の時の堆積物の上を覆った。1998年7月11日から18日の間に約40回の火砕流が発生し、大量の乾燥した灰を運んだ(350万立方メートル)。最大の火砕流は、山頂から7kmの距離に達した。

このように、火砕流に直接影響を与える溶岩ドームの最近の動きは、いつ下流方向に流れ下ってもおかしくない状態である。このようにメラピ山の先行災害の影響が頻繁に出ている事実から、長期的な対策計画のために、最近技術開発された方法を用いることで溶岩ドームの崩壊と火砕流の発生の予想を行うことができるはずである。

(2) 非構造的な方法による避難システムの改善

災害を受ける可能性のある地域の多くの人々と財産は、火山災害の恐怖に絶えず直面しており、土砂災害によりもたらされる彼らの社会的不安は非常に大きい。砂防技術センター(STC)が運用する土砂監視システムはあるが、長期的プログラムに関しては、非構造的な方法が完全に確立されているわけではない。この研究を行うためには、既存のシステムと公共施設を利用する全体的な活用計画が必要である。

(3) 採砂管理

メラピ山の砂は来たるべきプロセスのために人気があり、その総量は火砕流または土石流の発生と関係している。ジョグジャカルタ～Semarangの国道がメラピ山の西側に位置し、土砂材料が継続的に供給されることから、1994年以来、調査地区では採砂市場が急速に発達した。メラピ山地区の採掘量は、年間約150～200万立方メートルと推定されている。目標流域の土砂の収支に関して、採砂活動は流送土砂貯水池の空の部分を増やすための統合的方法の一つで

あるが、現在の所、数値的アプローチとして考えられていない。数値的アプローチのない採砂によって採掘される流送土砂の量は、K. プログゴ川で重大な河床低下と既存の砂防構造物の破壊を招いている。このように、火山性土砂調整計画の長期的な管理に取り組むためには、構造的な方法の限界と共に詳細な採掘計画を考えることが必要である。

(4) K. プログゴ川およびその他の川に対する流送土砂の影響

河床低下現象は、K. プログゴ川沿いに現在ある灌漑システムの運用に継続的に影響を与えている。メラピ山の5つの川がK. プログゴ川に流入している。この川により灌漑できる可能性のある地域は非常に広い。そのため、K. プログゴ川の河床低下の問題を解決するため、流送土砂の収支に関する総合的な研究が必要とされている。さらに、K. プログゴ川や他の川（K. Opak 川およびK. Dengkeng 川）の今後の状態を落ちつかせるために必要な対策計画を、早いうちに研究しなければならない。

<メラピ山の採砂>

最初、採取は人々が手で行っていた。K. Krasak, K. Putih, K. Blongkeng, K. Woro は、以前から採砂場であった。Pelita（5カ年開発計画）の始め、政府プロジェクトには必ずメラピ山の砂が必要とされた。始めは砂洪水の圧力を減らすことを目的としていた社会化は、採砂が起業家にとって興味ある事業となった時、あるいは努力の甲斐のある対象となった時に非常に成功するようになった。地元の人々または buruh slenggrong/slenggrong 労働者（砂をトラックの箱に運ぶ労働者）にとっては、全速力の開発や砂の需要増に適合していた。

重機を使用する砂の採掘は、1994年頃に始まった。その頃から、砂の輸送には、25m³の積載能力を持つジャンボトラックが使われ始めた。それ以来、採掘は昼夜行われてきた。機械を使うと、作業がより効率的になるからである。つまり、採掘量も増加し始めた。

1. 現在の採砂活動

(1) 採掘方法

<重機による>

重機を使用する砂の採掘は、1994年頃に始まった。それ以来、砂の輸送には25m³の積載能力を持つジャンボトラックが使われ始めた。その頃から、採砂は昼夜行われるようになった。

<人力による>

重機を使わず小型トラックで作業する砂の採集鉱山夫の数はトラック1台当たり3人で、持ち上げおよび平へしのための人力はトラック一台当たり3～4人である。重機による大型トラックは、slenggrongの人手が必要である。

(2) 労働者の数

各トラックに2～3人、平均して1日2台に運び（午後と夜）、毎日の直接チェック（午後のみ）に従ってトラックの輸送回数は350回とすると、 $3 \times 350 = 1,050$ 人分のマンパワーとなる。この数字は、Goro組織の総数1,000人に近い。

観察によると、トラックは、毎日午後と夜の2回砂を輸送することが出来る。砂の輸送に使われているトラックは150台ある。各トラックに運転手1人と助手1人とすれば、 350×2 人分のマンパワーである。

各SIPD採砂場所で、平均約10人が警備、管理、オペレーター、オペレーター助手として働いている。メラピ山の採砂地域全体では、上流地域に12箇所の活動中の場所がある。従って、SIPD採砂には、 12×10 のマンパワーが関与する。

採砂活動には、以下のマンパワーが関与する。

－ 採掘のマンパワー	= 1,050人
－ 運転手および運転助手	= 700人
－ 管理/警備/オペレータ/整備士	= 120人
合計	= 1,870人

採砂労働者の年齢から見て、60%が世帯主と推定される。家族は平均4人である。ここから、この採砂活動は、 $50\% \times 1,870 \times 4 + 40\% \times 1,870 = 5,236$ 人が関与することが判った。

(3) 採掘量

1) 月間採掘量

SIPDが報告した河川流域の平均月間採掘量を、表1.1および図1.2にまとめた。

2. 関連問題

(1) 一般

採砂と関係している問題は、現在までにまだ負債を支払っていない建設現場の土地と、その土地はまだ彼ら自身のものであり、何にでも使えると考えている人々である。建設前、人々は、本当にそのときの土石流の危険を脅威と考え、彼らの土地にメラピ山プロジェクトの建設物を建設しよてもよいということを口頭で承認していた。

この条件は、危険の脅威の現実味の上下動や、効果的な税の支払い、採砂の許可を与えるか自分で採取することで金銭が簡単に得られることにより、ひどくなっている。

(2) K. プロゴ下流の河川の状態

K. プロゴ下流 (K. Krasak と K. プロゴの合流点より下流) の灌漑用建設物および横断建設物は、Nanggulan 橋、Bantar 橋、Bantar 鉄道橋、Kamijoro 取水口、Sapon 取水口、Srandakan 橋である。上流 (土石流流路) および K. プロゴ下流の重機による継続的な採砂により、上記の河川建設物は、Bantar 鉄道橋と Kamijor 取水口を除いて全て、基礎の洗掘を経験している。河床低下があるとは言えるが、我々の言及したのが河川計画であるかどうかは定かではない。

前述のような河床の低下した状態 (1995 年) を観察すると、ほとんど 30 年近く堆積物で覆われていた kamijoro 取水口は 1997 年に再び流れ始めた。さらに、建設設備を分析すると、全般に、1969 年噴火以降に建設された建設物のみが基礎の洗掘を受けていると言える。

たとえそうだとしても、入ってくる流送土砂の合計と採砂により出ていく流送土砂を比較すると、K. プロゴでは土砂流送の収支に対して非常に大きな影響があることが判る。

<河川改良計画の必要性 (K. プロゴ) >

1. 背景

1971 年 10 月、インドネシア政府は、ロンドンの海外開発局外国・連邦事務所 (Overseas Development Administration Foreign & Commonwealth office) の下で「カリ・プロゴ流域調査」を策定した。地表開発アプローチに関する報告書でいくつかの灌漑用取水口が報告されたが、周囲の流送土砂発生源が影響している現在の河床の状態による土砂収支のために、十分に達成されていない。

2. プロゴ川の現状

(1) プロゴ川の現状は、非常に深刻な状態にある。特に、様々な重要性のために河川を活用する上で利益にならないような地形の変化のためである。

主な理由は以下のように言える：

- ・ 川砂を取る傾向のある鉱山夫の行動によるもの
- ・ また、川道の流れの断面がより狭くなるため、川道に沿って流れる破壊力（特に洪水時）が高くなる

(2) K. プロゴの河床の状態は、1961年には現在の状態よりも深かったが、その時点では、メラピ山の土砂調整がまだ始まっておらず、採砂活動はまだ単純な方法で行われていて少量であった。大きな噴火による流送土砂の供給は30年間ずっとなかった（1933年噴火？）。図3を参照。

建設時期を観察すると、1969年噴火以前に作られた建設物（Bantar橋I、Bantar鉄道橋、Kamijoro取水口）は現在のK. プロゴ河床の状態でも壊れていない。

3. プロゴ川の河川設備

プロゴ川には、灌漑目的の取水構造物4カ所、公共の橋3カ所がある。各構造物をまとめると以下の通り。（場所は地図を参照）。

(1) Kalibawang取水口

1950年建造。1966年の大洪水の結果、建設物と主水道が500mにわたって壊れ、1969年/1970年に6,500haの水田を灌漑するため新しい建設物が作られた。

(2) Karangtalun取水口

Mataram灌漑用水路を使って25,000haを灌漑する目的で、1970年に造られた。

(3) Kamijoro取水口

2,300haの灌漑地域を灌漑する目的で、1924年に造られた。1970年までは、取水口建設物に常に堆積が起り、トンネルを詰まらせていた。現在、水面が常に建設物の瀬よりも低いため、機能していない。

(4) Sapon取水口

取水口の単純な建設物は、1914年に1,917haの灌漑地域を灌漑するため造られたが、洪水によって毎年流されたり壊れたりしていた。1982年、2,300haを灌漑することを目的として、新しい永久的な取水口建設物が造られた。

(5) Kebonagung橋

緩くブロックにした硬コンクリートで1986年に造られた。建設物の下には、鉄筋コンクリートの円柱がある。橋は長さ153.60m、幅7mである。

この場所で河床低下が起こったため、橋の安全と安定のため、流送土砂を制限するための浸食防止ダムを下流に建設した。しかし、現在も損傷している。

(6) Bantar橋

旧橋は1926～1930年に吊り橋建設で造られた。新橋は、1987/1988年に、オーストラリア製鋼鉄の骨組みで上部建設が造られ、下部建設は橋台2と削杭3の基礎で出来ており、鉄筋コンクリートで出来た24本の境界柱を持っている。橋の長さは210mである。

現在、河床の低下は4m以上である。旧橋脚は浸食を受けたことがあった。

(7) Srandakan橋

1878～1880年に建設され、1975～1985年にこの橋を通過する車両台数の増加に対応するため改修され、車両許容量が増加した。橋の長さは531mで、33本の橋脚がある。

現在、河床は、特に河床の右側で+1.50-2.00m低下しており、地元が橋樑周囲を掘り下げている。

4. K. プロゴの採砂

(1) 採砂活動

採砂活動(C級)は、知事の許可を受け、関係事務所(Dinas PU)から技術的勧告を受けた後に、地方採掘活動許可状(SIPD)を取得しなければならない。

(2) 採砂活動の場所

地方採掘活動許可状の発行では、採掘区画は、平坦作用/堆積地域、内曲がり、網状、切り込み計画、サンドポケットに向かう方が良い。以下の地区では採掘を禁じる必要がある。河床低下、外曲がり、斜面および河川限界部分、河川建設物周辺。

砂防技術開発の発展

- ドイツ： 急流管理のための「Wildbach verbaug 《註：溪間堰の意味のドイツ語》」
- ネパール
- スイス
- 日本： 火山活動によるハイパーコンセントレートフローの典型的流れ
- インドネシア： 火山災害の発生（Gunung Kelud、Gunung Semeru、Gunung Agung、Gunung Merapi）に従って
 - － 1969年： 日本人専門家の駐留（横田教授を含む）
 - － 1982年： VSTC
 - － 1987年： STC
 - － 1997年： ???

砂防技術およびその開発に対する考え方

- 砂防設備の建設は、主に、自然の急流における土砂の移動（火山活動の結果生じる土砂）を調整することを目的としている。
- インドネシアのいくつかの地域では、地形学的条件により、土地浸食の起こる可能性が非常に高くなっている。砂防設備の建設では、このような危険地域における土砂の移動を調整することも（第二の）目的とすべきである。
- 土砂は、他の天然資源と同様に、プラスの影響が最大となりマイナスの影響は最小となるような方法で適切に管理しなければならない。
プラスの影響： 土砂を様々なインフラ開発に使用することで、経済成長を支援する事ができる可能性がある。また、砂防構造物があることで破壊的な力を防止することができる可能性がある、等。
マイナスの影響： 砂防構造物の存在と土砂の不適切な開発で深刻な河床低下が起こる可能性がある。
- 砂防技術は、統合的に実施することが期待される。持続可能な人材開発を確立すべきであり、活発な研究開発を行うべきである。

砂防開発に取り組む認定研究機関：

- 日本： 農林水産省（山斜面の砂防工事）
建設省（溪流の砂防工事）
- インドネシア： 公共事業省（5.00m よりも高い砂防の建設）
林業省（5.00m よりも低い砂防の建設）
地方自治体、例：Pemerintah Daerah Tingkat II/Kabupaten
（水および土砂の管理）

天然資源開発における砂防技術とその役割

- 砂防の建設は、主に、流域および河川で土砂の移動を調整することを目的としている（破壊力を最小化するため）。
- 砂防の建設は、下記のような様々なニーズを満たすことも、ある程度目的としている。
 - －小規模灌漑計画
 - －交通システム
 - －レクリエーション
 - －その他

砂防技術開発関連の利用できる施設

UGM：

- 土木学部： 水理学実験室（屋内流水モデル、水理学および水文学のソフトウェア、測定装置、博士号保有者および教授 20 人）
- インターユニバーシティセンター： 水理学実験室（屋外流水モデル、多目的可傾式フルーム、土砂フルーム、他）
- BPPT： 海岸実験室（2.00m × 1.00m × 30.00m の波フルーム、50.00m × 50.00m の波水盤）

STC：

- 砂防技術専門家
- 実験室（屋内、屋外、フィールド）
- 既存設備（遠隔測定システム）

砂防設備の目的

- 活火山地域の災害の問題解決に適しているのみならず、活火山以外の地域にも適する。
- 河川のハイパーコンセントレートフローの問題だけでなく、流域の固形物の移動の問題も克服する。
- 国の水資源開発戦略のほとんど全てのケースで、砂防技術の活用による土砂調整は、戦略を最適化する上でかなり役に立っている。

砂防開発の現状

砂防技術専門家の数に限りがあるため、土地と統合した方法で砂防を活用するようになっており、河川管理はあまり考慮されていない。

砂防に関する利用可能な施設（人材、実験室、装置）は統合的に管理されていないようで、施設の機能は最大限に生かされ、維持されていない。

砂防技術に関する研究開発

いくつかの砂防技術に関する研究は独立して行うか、または、例えば水資源開発などの他分野と統合的に行うことができる。いかにいくつかのテーマを示す。

- 1) 砂防施設の一部としての個別的な取水口
- 2) 活火山からの土砂供給量を予測するための方法を導入
- 3) 採砂の統合的システムの実施技術を導入： 法施行、地方の規則、およびその実施ガイドダンス
- 4) 危険な土地の利用および管理の最適化
- 5) 防災プログラムを支援する遠隔測定による監視技術の開発
- 6) 火山災害に対する緊急対策の技術を導入
- 7) 火山性の河川における土砂のバランス

大学院プログラム (S2 レベル)
エンジニアリング科学、土木工学、GMU

			構造 工学	地質 工学	水理 工学	水資源 工学	海岸 工学	水資源管理	砂防 工学
1	TKS 601	研究方法論	2						
2	TKS 602	統計	2	2	2	2	2	2	2
3	TKS 603	運送体機構	3	3	3	3	3		
4	TKS 604	数値的手法	2	2	2	2	2	2	2
5	TKS 610	有限要素法	3						
6	TKS 611	構造力学解析	2						
7	TKS 612	構造実験法	3						
8	TKS 613	コンクリート技術	3						2
9	TKS 614	地震構造	2						
10	TKS 615	高度コンクリート構造	3						
11	TKS 616	高度鋼構造	3						
12	TKS 617	高度材料メカニズム	2						
13	TKS 619	プラスチック解析	2						
14	TKS 620	橋構造解析	2						
15	TKS 621	プレートおよび層解析	2						
16	TKS 622	建設管理	2						
17	TKS 630	高度水理学			3				
18	TKS 631	土砂流送の水理学			3				3
19	TKS 632	水理学モデリング			2		2		
20	TKS 633	高度計算水理学			3				
21	TKS 634	高度河川工学			3				
22	TKS 635	ダム工学			3				
23	TKS 636	河川および開水路の調整構造			3				
24	TKS 637	流体力学			3				
25	TKS 638	水理構造			2	3			
26	TKS 640	水文学				3			
27	TKS 641	地下水流				3			
28	TKS 642	水文学モデリング				3			
29	TKS 643	貯水池の運用				3			
30	TKS 644	河川流域開発				3			
31	TKS 645	潮汐灌漑				3			
32	TKS 646	灌漑システム				3			
33	TKS 647	水質				2			
34	TKS 650	海岸工学の基礎					3		
35	TKS 652	波理論					3		
36	TKS 653	流量測定および水路測量			2	2	2		
37	TKS 654	軟土基礎					2		
38	TKS 655	実験活動					2		
39	TKS 656	海洋工学					3		
40	TKS 657	河口流体力学					2		
41	TKS 658	海岸構造					3		
42	TKS 659	海岸および《判断不能》のプロセス					3		
43	TKS 660	高度コンピューター水理学					3		
44	TKS 670	高度土質工学		2					
45	TKS 671	一般・工学地質学		2					2
46	TKS 672	土質調査および測量		2					
47	TKS 673	多孔体を通る流れ		2					2
48	TKS 674	高度基礎工学		2					2
49	TKS 675	土壌処理		2					
50	TKS 676	岩盤力学		2					
51	TKS 677	環境ジオシンセティクスおよびジオテクニク		2					
52	TKS 678	岩盤工学		2					
53	TKS 679	土切盛り構造		3					
54	TKS 680	限界ランドポジションの解析		3					
55	TKS 682	岩盤力学有限要素法		3					
56	TKS 738	水理学有限要素法							
57	TKS 746	水資源統計				3			
58	TKS 750	土質力学		3					
59	TKS 760	高度波理論					3		
60	TKS 901	地域一般情報システム						2	
61	TKS 902	水の利用可能性						3	
62	TKS 904	水需要						3	
63	TKS 907	水資源の保全						2	
64	TKS 908	土地保全						2	2
65	TKS 909	企業管理						2	
66	TKS 910	水系計画の経済学						2	
67	TKS 911	水資源管理の経済学						2	
68	TKS 912	水資源研究機関の行政管理						2	
69	TKS 914	水資源の管理						2	
70	TKS 915	水資源開発						2	
71	TKS 916	水資源管理のシミュレーション						2	
72	TKS 917	水資源開発のシミュレーション						2	
73	TKS 918	土地浸食							2
74	TKS 923	土石流							3
75	TKS 928	河川土砂の管理							2
76	TKS 929	斜面安定性およびマスメスティングの保護							3
77	TKS 930	浸食保護計画							3
78	TKS 931	洪水調整システム							2
79	TKS 932	監視および構堤システム							3
80	TKS 933	気象学							2
81	TKS 934	術的側面以外の領域 (社会、環境、等)							2
82	TKS 999	修士論文	8	8	8	8	8	8	8

砂防工学のカリキュラム案
GADJAH MADA 大学

番号	コード	科 目	CSU
1	TKS 601	研究方法論	2
2	TKS 602	統計学	2
3	TKS 604	数値法	2
4	TKS 613	コンクリート工学	3
5	TKS 631	土砂流送の水理学	2
6	TKS 632	気象学	2
7	TKS 671	地質学 一般および工学	2
8	TKS 673	多孔体の水流	2
9	TKS 674	高度基礎工学	2
10	TKS 90	土地保全	2
11	TKS 91	土地浸食	2
12	TKS 92	土石流	3
13	TKS 92	河川の土砂管理	2
14	TKS 92	地滑りおよびマスウェスティング保護	3
15	TKS 93	浸食保護計画	3
16	TKS 93	洪水調整システム	2
17	TKS 93	監視および捕捉システム	3
18	TKS 93	技術的問題以外の領域（社会、環境、等）	?
19	TKS 99	修士論文	8
		合計	47

S2 砂防工学の過去のカリキュラム
GADJAH MADA 大学

番号	コード	科 目	CSU
1	KS 601	研究方法論	2
2	KS 602	数値法	2
3	KS 613	コンクリート工学	2
4	KS 632	気象学	2
5	KS 918	土地浸食	2
6	KS 923	土石流	2
7	KS 929	地滑り	2
8	KS	工学的地質学	2
9	KS	水理学	2
10	TKS	水理学モデリング	2
11	TKS	土砂流送	2
12	TKS	浸食調整	2
13	TKS	地下水流	2
14	TKS	土壌保全	2
15	TKS	コンピュータープログラミング	2
16	TKS	統計学	2
17	TKS 999	修士論文	8
		合計	40

砂防技術の修士課程設立の目標

卒業生は、火山地域の管理の問題を取り扱うために、技術的側面（工学理論、実験式、等）および技術的側面以外の領域（社会経済、環境、等）を統合的に解析、応用できるようになるべきである。

プログラムの詳細

- 1) 性質： 職業専門技能プログラム
- 2) カリキュラム： 42 単位（修士論文を含む）
- 3) 期間： 15 カ月
- 4) 修士論文： 8 単位

入学資格

- 1) 土木工学の D4 および S1、または（林学または農学）
- 2) 入学試験に合格

火山砂防技術センター (VSTC)

砂防分野におけるインドネシアと日本の技術協力は、インドネシア政府が第1次5年開発計画を開始した1970年に始まった。この技術協力には、技術支援、日本での担当者研修、設備の供与等、様々な側面が含まれている。

日本政府は、1977年、メラピ山地域の土地浸食および火山岩屑を調整する基本計画を作成するため、調査チームを送った。基本計画の最終報告書(1979年)で、調査チームは、インドネシア政府に対し、インドネシアに火山砂防技術センターを設立することを推奨した。

1982年、技術開発や研修などの活動を行う火山砂防技術センター (Volcanic Sabo technical Centre: VSTC) がジョグジャカルタに設立された。1983年以後、3種類の国内コースといくつかの技術開発活動が行われた。

VSTC の主な活動

I. 研修

1. 一般コース
2. 集中コース
3. 総合コース

II. 技術開発

1. 水理模型試験
2. 土石流の予報・警報システム
3. 浸食防止ダムの水通し天端の保護 (試験建設)
4. 植物利用による堤の補強
5. フレキシブルな蛇籠構造物

火山砂防技術センターは、VSTC の活動を通じて多くのインドネシアのエンジニアに紹介された。その一方で、フィールドでの観察では、土砂災害による被害が、火山地域以外、特に裸地、破砕帯、斜面崩壊、地滑り地域でも生じていた。

上記の問題について、インドネシア政府、日本政府の両者は、1992年、砂防技術センター (Sabo technical Centre: STC) を設立して技術協力プロジェクトを推進することで合意した。

STC の主な活動

1. 技術開発
 - a. 土砂調整技術（灌漑施設の保護を含む）
 - b. 多目的砂防ダムの開発
 - c. 貯水池での土砂調整
 - d. 早期警告システム
 - e. 地滑り対策技術（試験施工）
 - f. 局所洗掘の防止（試験施工）
 - g. 水理模型実験
2. 研修
 - a. 一般コース
 - b. 応用コース
 - c. 公共拡張コース
3. 普及活動
 - a. セミナー
 - b. ニュースレターの発行
4. 管理情報システム
 - a. データベース
5. 関連プロジェクトに対する技術指導

期待

500 人以上のインドネシア人エンジニアおよび技術者が砂防工学の研修を受け、VSTC および STC の活動を通じていくつかの技術開発の主題が研究されてきたが、実際には、高度な技術や災害緩和の総合的運営において高水準のスキルを持ったエンジニアはまだ不足している。

国内の持続可能な人材開発と災害管理の強固な基礎を築くために、新しい技術協力プロジェクトを確立することは、それらの目的を支援することになると期待される。新しいセンターは、インドネシアにおける防災の技術、情報、管理の中軸として重要な役割を果たすであろう。

主要な事務所および砂防研究所

SOPALAN, MAGUWOHARJO, DEPOK, SLEMAN
YOGYAKARTA, INDONESIA

河川研究所

PABELAN, KARTOSURO, SURAKARTA, INDONESIA

主な仕事：

河川および砂防技術に関する研究開発活動、実験、試験、技術的アドバイス、科学的基幹の実行機関

機能/主な活動：

- 河川および砂防に関する調査およびデータ収集
- 自然位および実験室の両方における研究、開発、実験および試験
- 河川および砂防技術に関する研究のためのプログラミングおよび技術的サービス、開発、技術サービス、科学的基幹
- 河川および砂防構造物の技術的観察
- 標準化
- 啓蒙
- 行政活動

人員：

- 博士 1人
 - 大学院卒 22人
 - 大卒 14人
 - 学士 15人
 - 高校 52人
 - 中学 32人
 - 小学 11人
- 合計 147人

施設：

1. 河川工学実験室 (SURAKARTA)
 - 屋内実験室 (± 720M 2)
 - 屋外実験室 (16ha)
 - キャリブレーション・フルーム (長さ 100m、幅 1.00m)

- 水理学的観察用測定機器
 - 土質力学試験用測定機器
 - 他
2. 浸食および流送土砂の調整（砂防）実験室（ジョグジャカルタ）
- 屋内実験室（± 500m²）
 - 屋外実験室（± 400m²）
 - コンクリートおよび材料の試験用測定機器
 - 土質力学試験用測定機器
 - レーダー降雨・雨量計
 - 他

観察の問題点および技術開発

- 河川工学および河川地形学
- 浸食および流送土砂調整工学
- 水が引き起こす災害の予防
- 溪流の水理学および水文学
- 遠隔測定・警報システム

観察作業：

- 自然位における実験
- 水理学的モデル試験
- 数学的シミュレーションモデル

共同研究活動

1. LUBUK BEGALUNG 取水ダムおよび IN ARAU 川の水理学的モデル試験（日建コンサルタント社と共同、1986～1987年）
2. KEDUNG OMBO ダムのサービス余水吐陥没沼の水理学的モデル試験（スノー・マウンテン・エンジニアリング・コンサルタントとの共同、1988年）
3. 東ジャカルタ洪水調整プロジェクトの SUNTER 放水口の水理学的モデル試験（日建コンサルタント社との共同、1990年）
4. プロジェクトの水理学的モデル試験（日建コンサルタント者との共同、1990年）
5. JABUNG 遊水池および北部分水洪水放水路の水理学的モデル試験（ニッポン・コーエイ

との共同、1993～1994年)

6. MADIUN、CATUR 川の KRANGKENG 堰の水理学的モデル試験 (ニッポン・コーエイとの共同、1993～1994年)

7. JABUNG 遊水池および洪水放水路の水理学的モデル試験 (ニッポン・コーエイとの共同、1997年)

8. 洪水および地形学的変化による災害とその緩和に関する研究 (京都大学防災研究所との共同、1991～1994年、1994～1999年)

9. 新しい火山性堆積物の浸食速度 (日本国建設省土木研究所浸食調整課との共同、1998～2002年)

10. プロゴ川の地形学的変化 (プロゴ川プロジェクトとの共同、1998～1999年)

11. 自然災害管理 (Gadjah Mada 大学自然災害研究所との共同、1998年～)

その他:

「SATLAK」および「SATKORLAK」までのメラピ火山周辺の雨量およびラハー洪水に関する支援データおよび情報。

この活動は、添付書類で示した遠隔測定・雨量レーダーシステムに支援されている。