

インドネシア共和国
プラント(苛性ソーダ)リノベーション計画
事前調査報告書

1984年4月

国際協力事業団

インドネシア共和国
プラント(苛性ソーダ)リノベーション計画
事前調査報告書

JICA LIBRARY



1055417[8]

1984年4月

国際協力事業団

鉅計 I

J R

84 - 62

国際協力事業団

受入
月日 '84. 6. 13

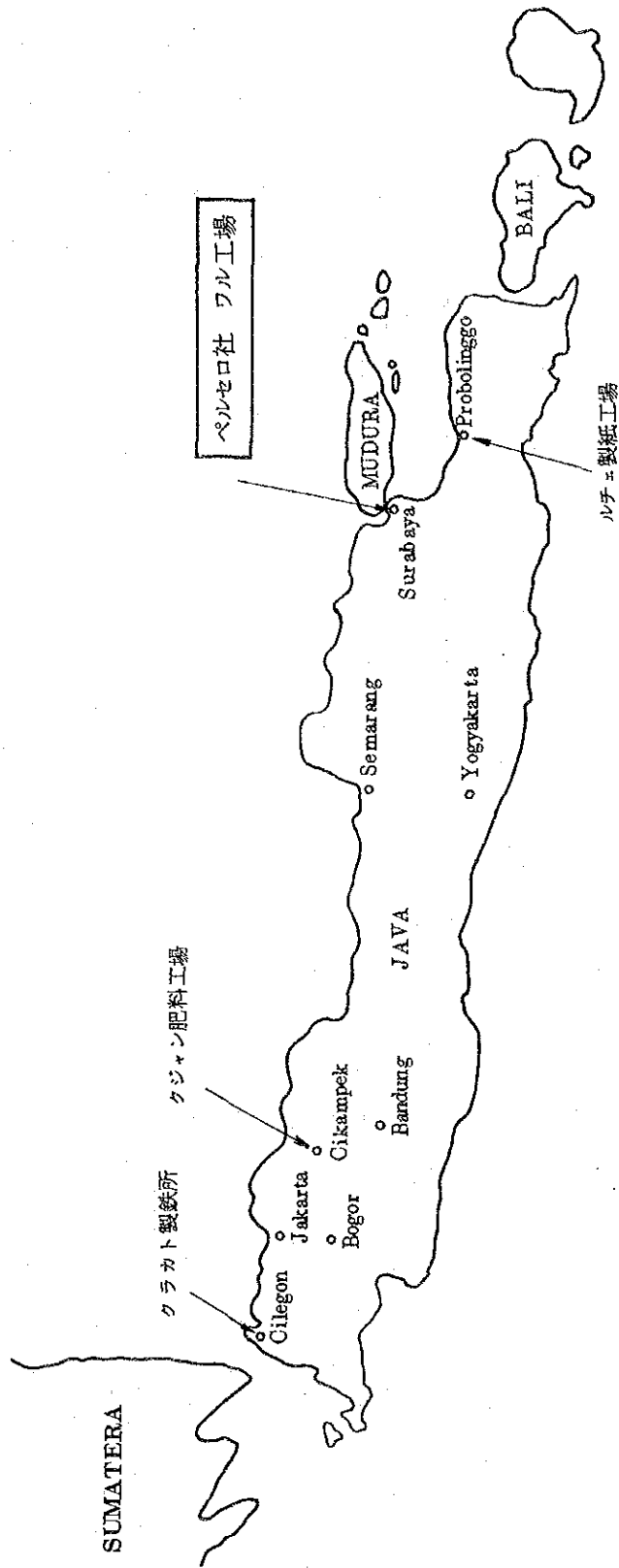
108

登録No. 10367

68.4

MPI

インドネシア共和国 ジャワ・マドラ



目 次

I 事前調査の概要	1
1. 調査団派遣の経緯	1
2. 調査の目的	1
3. プロジェクトの概要	1
4. 調査団の構成と日程	2
5. 主要面談者	2
II S/W交渉の経緯と結果	4
1. 工場の再配置の可能性	4
2. ソーダ工業の将来計画	5
3. 調査スケジュール	6
4. カウンターパート	6
5. 調査対象設備等	6
6. その他要望事項	7
III 調査結果	8
1. インドネシアにおける電解ソーダ工業の概況	8
2. ペルセロ社の現状	9
① 沿 革	9
② 工場設備	10
③ 環 境	13
3. スラバヤ周辺の原料塩事情	13
4. ペルセロ社に対する問題点と対策	15
① 原 料 塩	15
② 塩 水 精 製	15
③ 第一系列電解槽	16
④ 第二系列電解槽	20
⑤ 保守整備	20
5. ペルセロ社の将来計画	20
6. 今後の方針と問題点(まとめ)	22
7. 関連事情	22
塩化ビニール工場	22

IV 関連資料	24
1. SCOPE OF WORK, MINUTES OF MEETING	24
2. 工業省, ペルセロ社組織図	33
3. ペルセロ社資料 (GENERAL OUTLINE OF PERSERO, WARU)	37
4. 基礎化学工業における第3次5ヶ年計画実績と第4次5ヶ年計画基本政策	51

I 事前調査の概要

1. 調査団派遣の経緯

アセアン諸国を中心とする発展途上国に於ては、我が国の経済協力等により、これまで多くのプラント等の建設が行われて来たが、設備の老朽化等から稼働率の低下やコストの上昇を招いているものが多くなっている。

かかる状況下において、これらプラント等の改修再活性化のための協力を我国に要望する声が強くなり、昭和58年4月末、中曽根首相がアセアン歴訪の際、これら要望に応える旨の意図表明を行なった。

このような背景のもとJICAは同年11月6日から11月9日まで、予備調査団を派遣し、プロジェクトの選定確認を行なった。

本件は、これら調査結果を踏まえ、苛性ソーダプラントのリノベーション計画に係る技術協力の案件として、事前調査団を派遣したものである。

2. 調査の目的

事前調査は、インドネシア政府のにかかる要請の背景、経緯及び内容を明確、詳細に把握するとともに、本格調査を実施するための基本的な前提条件の確認及び技術協力の可能な範囲を明らかにするものである。なお事前調査の具体的調査事項は次のとおりである。

- (1) 要請の背景、内容等の具体的把握
- (2) 本格調査に係る SOOPE OF WORK (S/W) に関する協議
- (3) 関連サイトの実情把握
- (4) 関連情報の収集

3. プロジェクトの概要

- (1) 対象工場名 PT. Industri Soda Indonesia (PERSERO), 以下ペルセロ社と略称する。
- (2) 所在地 東部ジャワ島 スラバヤ, ワル地区
- (3) プロセス 水銀法
- (4) 生産量 設計能力 40トン/日(第一系列 10トン/日, 第二系列 30トン/日)
- (5) 改修計画
 - ① プロセスの変更(イオン交換膜法)
 - ② 市場ニーズへの対応
 - ③ 省エネ化と技術の革新
 - ④ 操業効率の向上
 - ⑤ 生産力の増大
 - ⑥ 地元塩業の振興

4. 調査団の構成と日程

(1) 構成

岩口健二	団長，総括	国際協力事業団 鋳工業計画調査部 工業調査課長
安達孝明	基礎化学	通産省 基礎産業局 基礎化学品課 酸アルカリ班長
八幡屋正	電解ソーダ工業	ソーダ工業会 技術常任委員会 顧問
香川敬三	業務調整	国際協力事業団 鋳工業計画調査部 工業調査課

(2) 調査日程

	(宿泊地)	
2 / 26(日)	デンパサール	東京発 $\xrightarrow{GA889}$ デンパサール着
2 / 27(月)	スラバヤ	デンパサール発 $\xrightarrow{GA601}$ スラバヤ着 グレシク塩田，調査 総領事館打合せ
2 / 28(火)	"	ペルセロ社打合せ S/W協議
2 / 29(水)	ジャカルタ	スラバヤ発 $\xrightarrow{GA337}$ ジャカルタ着 在インドネシア大使館打合せ JICA 事務所打合せ
3 / 1(木)	"	工業省訪問打合せ 三菱商事ジャカルタ事務所訪問 イースタンポリマー社訪問 PT. DHARMA KARYA PERDANA 訪問
3 / 2(金)	"	工業省 S/W 協議署名 大使館 JICA 報告 JETRO 訪問
3 / 3(土)	"	ジャカルタ発 $\xrightarrow{JL722}$ 東京着

5. 主要面談者

(インドネシア関係者)

工業省

○ Ir Binal Djemur	基礎化学産業総局 計画局長
○ Ir Kusartuti	部長
○ Mr Murhendrianto	スタッフ
○ Mr G.O. Simdnjuntak	"
○ Mr Rustom Djomin	"

ペルセロ社

- Mr. Supanddi ワル工場 社 長
- Mr. Soetjpto " 技術ディレクター
- Mr. Sjansool Arifin " プラントマネージャー
- Mr. Soedanto " 研究, 開発
- Mr. Machmud Saad " スーパーバイザー

総合製塩社

- Drs Purbiantoro Sudarsono
- Drs Moeljono

(日本関係者)

日本大使館

- 菅原 彰 (二等書記官)

右スラバヤ総領事館

- 横川 寿明 (総領事)
- 野村 昇 (副領事)

JETRO ジャカルタ事務所

- 三野 正博 (所長)
- 佐々木修一 工業担当

JICA ジャカルタ事務所

- 山村 寛 (所長)
- 杉原 敏雄 (担当)

イースタン, ポリマー社

- 本荘 信雄 (社長)
- 河上 尚義 (プラントマネージャー)
- 丸子 和己 (ディレクター)

P. T. DHARMA KARYA PERDANA

- ノギモリ タダシ (アドバイザー)

II S/W交渉の経緯と結果

事前調査に先掛け、別件調査で訪イ中であった岩口団長及び通産省長岡技術協力課班長が2月23日工業省を応訪し、基礎化学総局のBINTAL DJEMUR 計画局長にS/W案を提出、説明し検討した。BINTAL DJEMUR 計画局長は席上、基礎化学総局長の意を体し要請書には記述していないが工場の再配置の可能性も調査の中で検討して欲しい旨要請した。なお、この要請は'83年11月の予備調査団に対しても行ったとの由であった。

本格的なS/W協議は2月28日(火)、スラバヤ、ワル地区に所在するペルセロ本社に於ける同社関係者との会議及び3月1日(水)、工業省に於ける工業省基礎化学総局及びペルセロ社関係者との合同会議で行われ、対処方針の範囲内で双方合意に達し、3月2日(金)工業省に於てS/Wに署名した。

協議に於て特に議論の対象となった諸点と結果の概要は以下のとおり。

1. 工場の再配置の可能性の検討

「イ」側は本格調査において、工場の再配置計画の調査の実施とその旨をS/W上に記載して欲しいと強く要請した。「イ」側説明による背景理由を集約すると次のとおり。

- (1) 現工場周辺は既に市街地化しており、環境上の観点から移転が望ましい。
- (2) 敷地が狭く拡張の余地が無い。将来大幅な設備の拡張が可能な敷地への移転が望ましい。

これに対し調査団は、「プラント・リノベーション計画」の基本的考え方が既存の設備の有効利用による(再)活性化にあるところ、再配置という手段による以外に(再)活性化が期待できない実態にあるのであれば、正面から取り組み調査することも必要であろうがとしつつも、「イ」側の挙げる理由と実態は論理性と具体性に欠けるもので、少くとも現実的ではないとの判断から「イ」側には諸々の観点からその判断根拠を説明した上で、基本的な調査の枠組は変更しないことで了解を得た。判断理由を要約すると次のとおり。

- (1) 環境問題に関しては、水銀規制に係る具体的基準は「イ」側の説明によると特に無く、住民感情及び環境関連行政当局からの警告や行政指導も特に強くはない模様である。一方「イ」側は既存の第二ユニットについてはプロセスの転換を考慮せず、そのことは上記を裏付けるものとも考えられる。更に「リノベーション」により環境問題は大幅に改善されることが予測できる。
- (2) 敷地が手狭であることに関しては、現実的に予測できる増産可能設備能力水準からみれば、十分に現有の敷地内で対応可能である。将来大幅に拡張の余地を残した敷地で検討して欲しいとの点に関しては、現状の「イ」国に於ける苛性ソーダ生産需要は副生する塩素需要により、決定付けられており、後者の有効需要が大幅に増大しない限り拡張は困難である。然るにその点について確たる具体的見通しがなく現実的でない。
- (3) 「リノベーション」の基本的考え方は既存の設備を最大限に利用し、当該工場の(再)活性

化を図ろうとするもので、特に本件の場合は既存のユーティリティやインフラストラクチャー及び前後処理設備が利用できる有利性がある。新たにこれらを建設するには投資コストも嵩み経済性に著しく重圧となる。

- (4) 「イ」側に隘固たる候補地が無く[※]、この段階で実りある調査は期待できない。再配置なり第2工場としての新設計画を検討するにはサイトの詳細調査や関連産業との関係等総合的に十分検討する必要があり、機が熟した時に本件とは切り離れた形で、(工業団地計画も含めた)調査として実施した方が効果的である。

※ 「イ」側が可能性あり得るとしてあげた地点及び理由は次のとおり。

1. プロボリンゴ : 東部ジャワ

国営の製紙工場ルチェス(印刷、筆記用紙、30トン/日規模)があり、現在は苛性ソーダは内製(20トン/日規模)しているが、同工場には新聞用紙(220トン/日)ティッシュペーパー(40トン/日)の拡張計画がある。拡張された場合苛性ソーダの大口需要が期待できる。水、スペースは十分ある。

2. シカンペク : 西部ジャワ

国営のクジャン肥料工場(尿素57万トン/年、アンモニア3.3万トン/年規模)があり、同工場より蒸気及び水の入手が可能。港が整備されている。

3. チレゴン : 西部ジャワ

国営のクラカトゥ製鉄所(還元鉄200万トン/年、電炉製鋼、条鋼、線材、形鋼等を生産する一貫製鉄所)があり、同工場の余剰電力が極めて安く(28ルピー/KWh、因みに現在は51.5ルピー/KWh)入手可能。

2. 「イ」国に於けるソーダ工業の将来計画の検討

ペルセロ社は「イ」国最大の国営苛性ソーダ製造会社(他に9社あり)で、生産品は全て外販されている(同社の他外販専門会社は1社)。「イ」側としては同社が「イ」国に於ける苛性ソーダ工業に最も重要な係りを有するとの観点から本件リノベーション調査に当り、同国の苛性ソーダ工業全体としての将来の発展方向と可能性及びそのため政府として取るべき措置等総合的な将来計画についても併せ検討して欲しいと要請した。

これに対し調査団としては、かかる要請は一つのプロジェクトとして取り上げるにも値する大がかりなものであり、今回の調査の一部として取り上げるのは困難であることを説明し了解を求めた。特に塩素の有効需要見通しが見つからない現状では「イ」側の期待する結果を引き出すのは極めて難かしく過度な期待をかけられても困るとの判断が基本にある。むしろこれは「イ」国政府

の政策の問題であり、逆に調査団としては「イ」側の示す政策方針を踏まえ、リノベーション計画を策定すべき立場にある。とはいいつつも、「イ」側の要請が非常に強いこともあり、本格調査に於ては我が国の苛性ソーダ工業発展の歴史や政策も踏まえつつ、可能な範囲で提言できる考え方があれば検討し、報告書中の「結論及び提言」の中に記載することとし、その旨ミニッツに記録した。

3. 調査スケジュールの短縮要請

「イ」側は S/W 案にて示した調査スケジュールを出来るだけ短縮して欲しいと強く要望した。理由は、(1)工業省としては会計年度との関連で9月中には計画の骨子を局内で検討し、次年度計画に盛り込み必要な諸手続きを進めたいこと。(2)ペルセロ社の事情としては12月に予定される株主総会に拡張計画を提案したく、そのため前広に準備したいこと、等である。

この点に関しては対処方針どおり、5月中旬の調査団派遣が可能との前提で全体を0.5ヶ月前倒しすることで了解を得た。

4. カウンターパートの受入れ要請

本件計画は既存の水銀法プロセスをイオン交換膜法等の別プロセスに転換することを骨子にするものであるが、カウンターパートが我が国に於ける各種プロセスの実用例を研修し、基本知識を身につけ、併せ上記1,2に現れたような「イ」側の考え方を我が国の現実の苛性ソーダ工業を見たと上で再検討することは、本件リノベーションの効果的進展に対してのみならず、将来のペルセロ社にとっても大きな効果が期待される。

「イ」側は上記の理由から、カウンターパート(複数)の受入れを強く要望した。この点に関しては対処方針通りミニッツにて対応した。

5. 「イ」側の拡張計画と調査対象設備

ペルセロ社は事前調査団受入れに当り「General Outline of P. T. Industri Soda Indonesia (PERSERO), WARU」を作成し、討議に臨んだが、同概要書には同社の将来の拡張プログラム案が(十分な討議を経たものではないが)記載されており、「イ」側は同プログラム案を含む「イ」側の考え方を検討して欲しいと要望した。この点については S/W 原案の考え方の中にも含まれていることでもあるので「イ」側の要望を受け S/W Ⅱ-1(「インドネシアに於ける苛性ソーダ工業の現状と政府の政策」)に含め検討することとした。

上記とも関連するが「イ」側の望む調査対象設備は第一系列の電解装置(我が国の借款により拡充設置されたもの)についてのみで、第二系列についてはプロセス転換は考えていないので現状のプロセスを前提に改善し得る生産、管理、技術面での調査を行うこととした。第一系列及び第二系列の共通設備、ユーティリティは調査の対象となる。

6. その他の調査要望事項

上記とは別に今回の S/W 協議で「イ」側より要望あった事項で本格調査に於て取り上げるこ
ととした事項以下のとおり。

(1) 原料塩の成分評価と品質改善の方法

(2) エネルギー効率を高め、より安価な電力を確保するための受電、変電設備の改善の可能性。

具体的には現在 20KV で受電しているものを 70KV で受電することの是非の検討を要望して
いるもので「イ」側によれば約 10 ルピー/KWh の節減になるとしている。

Ⅲ 調査結果

1. インドネシアにおける電解ソーダ工業の概況

インドネシアの電解ソーダ工業における苛性ソーダ (NaOH) および塩素 (Cl₂) の製造能力、供給量および需要量は表・1 に示す如くである。

電解ソーダ工業の特質として苛性ソーダ 1 トンの生産に対して同時に塩素が 0.875 トン生産される。塩素はこの国では主として塩酸 (HCl) の水溶液として販売される以外に次亜塩素酸ナトリウム (NaClO), サラシ液 (Ca(ClO)₂) などとして製品化されているが、塩化ビニールなど石油化学工業と連結する大口の有機塩素化物の生産がない。したがって苛性ソーダの需要に対して塩素の需要が追いつかず、塩素の需要によって設備の稼働が制限されている。現在では苛性ソーダ需要の 25~30% が国内で生産され不足分は海外より輸入されている。

電解ソーダ製造工場の能力は表・1 に示す如くで、二、三を除けば極めて小規模で、最も大きいペルセロ社・ワル工場でもわが国の工場に比較してかなり小規模である。電解工業の特性として生産設備のスケール・メリットが一般化学工業のように大きくなく、製品特に塩素の遠距離輸送が簡単でないので、小規模設備を需要家に密接して立地させる結果となる。

表・1 インドネシアにおける電解ソーダ工業の概要

A 製造能力 (1982年現在)

製造者名	設計能力 (100% NaOH トン/日)	電解方式
I 独立企業		
1. P. T. Industri Soda Indonesia	30	水銀法
2. P. T. Soda Sumatra	20	水銀法
II 製紙工業附属企業		
1. P. T. Ciwi Kimia	32	隔膜法
2. P. T. Kertas Blabak	3	隔膜法
3. Perum Kertas Gowa	5	水銀法
4. Lembaga Penelitian Selulosa	5	水銀法
5. P. N. Kertas Letjes	6	隔膜法
6. Perum Kertas Basuki Rachmat	8	水銀法
7. P. N. Kertas Padalarang	2	非水銀法
III グルタミン酸ソーダ工業附属 (MSG) 企業		
1. P. T. Miwon	6	隔膜法
2. P. T. Sasa	12	水銀法

- 註 1. P. T. UCI Jaya は 1979 年に火災。未復旧。
 2. 塩素と苛性ソーダ市場の不均衡のため生産は変動する。
 3. P. T. Miwon は隔膜法苛性ソーダが不適でこれを外販し、所要分を P. T. Soda より購入。
 4. P. T. Ajinomoto は NaOH と HCl の全量を P. T. Soda より購入。

A. 供給量	1984	1985
1. P. T. ISI (Waru)	12,000	12,000
2. P. T. S. S.	6,000	7,000
3. Miwon	1,500	1,500
4. Sasa	1,500	1,500
5. Letjes	1,500	1,500
6. Gowa	800	800
7. Ciwi Kimia	5,000	5,000
8. その他	4,700	4,700
総供給量	33,000	34,000
B. 需要量		
1. 石けん	44,000	45,000
2. 紙	30,000	31,000
3. MSG	10,000	10,000
4. 水ガラス	9,000	9,000
5. その他	3,000	5,000
総需要量	96,000	100,000
C. 不足分	△63,000	△66,000

- 註 1. 上記の NaOH 不足分が輸入。固形が多かったが 2 年前から液体 (50%) に変わった。英国 ICI, 仏国アトヘミーなどより。
 2. 需要量の計は工業省説明では 120,000 トン。この差はレーヨン工業分と推定される。

2. ベルセロ社の現状

(1) 沿革

ベルセロ社は国営の最初の電解ソーダ・プラントとして 1953-1956 年に建設された。マドラ島で生産される天日法食塩の利用を目的とした。旭硝子㈱が建設を受注し、すべての機器が

日本から輸入された。電解方式は水銀法である。

工場はスラバヤ中心部から約8kmのワルに立地し、約7ヘクタールの敷地面積をもつ。

1956年生産開始。当初能力10トン(固形苛性ソーダ)／日。始めは塩酸需要が少く、これが生産を制限した。1961年頃には苛性ソーダと塩酸の需要増加があったものの設備が不調で、設計の30%程度の能力となった。

1969-1971年に設備を改修し、電解槽、HCl合成設備、整流設備、ディーゼル発電機および用水脱塩設備を新型と交換した(現在の第1系列)。塩水精製設備は旧貯槽を利用し、改良を施した。この更新工事は旭硝子㈱が受注した。この時期にトーマンにより新塩素液化設備およびサラン液設備が建設された。

1972年以降苛性ソーダと塩素の需要が急増し、設備増強計画を進め、1977-1978年に新設備(第2系列)が第1系列と同じ水銀法で建設された。設備の設計能力が20トン(100%NaOH)／日で台湾のWah Chang International Corp. (エンジニアリング会社)が受注した。

電解槽はPestalozza社(イタリア)、整流器は東芝、液体塩素設備は田尻機械、HCl合成設備は協和カーボンによる。

第2系列の完成後第1系列への供給塩水も新設の塩水精製系によることとした。

1983年第2系列の電解槽陽極を従来のグラファイトからチタン系^{*}金属陽極に交換し、同時に陽極自動調節装置と安全装置を付属させた。電極はSigri社(西ドイツ)、自動調節はUhde社(西ドイツ)、および安全装置はシーメンス社(西ドイツ)による。

この更新工事により、電解槽電圧の大きい上昇なしに電解電流の増大が可能となり、能力が30トン／日となった。

第1系列電解槽は現在も稼働しているが、備品不足と過去における整備不十分で、能力が50~55%に低下している。

※〔註〕 イタリア・オロンチオ・デノラ社の開発になる新しい陽極材料で、金属チタン基板に白金元素の酸化物(酸化ルテニウムなど)を被覆したもの。わが国では1970年頃からこれが用いられ、現在ではほとんどすべての電解工場がこれを使用している。グラファイトと異なり使用中の消耗による電極寸法変化がなく、電極間隔が狭く一定に保たれるので電力消費量が低い。

(2) 工場設備

2.1 電 解 槽

第1系列	1969年旭硝子 10トン(100%NaOH)／日、現在は6トン／日に低下 12槽、25KA水銀法でグラファイト陽極使用
第2系列	1978年 Wah Chang International Corp., 台湾 電解槽はPestalozza, イタリアによる。

- 30トン/日
12槽, 75 KA
水銀法で金属陽極
- 2.2 塩水精製
80 m³/日 連続式
第1, 第2系列に共用
- 2.3 塩酸合成
第1系 1969年 旭硝子
20トン/日 (33% HCl)
第2系 1977年 Wah Chang International Corp., 台湾
30トン/日
第3系 1982年 Le Carbon Lorraine, フランス
50トン/日
- 2.4 液体塩素設備
1978年 Wah Chang International Corp., 台湾
15トン/日
- 2.5 サラシ液設備
1970年 トーメン
- 2.6 次亜塩素酸ナトリウム設備
10トン/日 (有効塩素 12%)
- 2.7 用役設備
水処理設備 7,000 m³/日
電源設備 国営電力会社より供給電源 6,010 KW
新潟ディーゼル発電機 700 KW × 3 (旭硝子)
整流器
第1系列 三菱シリコン整流器 (旭硝子 1970年)
30 KA, 55 V (1650 KW)
第2系列 東芝シリコン整流器 (Wah Chang 1978年)
75 KA, 65 V (4875 KW)
- 2.8 回収設備
水銀蒸留設備 150トン/日
塩水系および電槽洗浄水管系に付属する水銀トラップ, 塩水スラッジの二次沈降による
塩水回収 — 将来はフィルタープレスを設備する計画

付表 2・A 製造機器リスト

名 称	数 量	供 給 会 社	購入年	据付年	設計能力	現在能力
<u>I 旧プラント</u>						
1. 電 解 槽	12	旭 硝 子	1969	1970	10トン/日	6トン/日
2. HCl 合成設備	2	旭 硝 子	1969	1970	20トン/日	16トン/日
3. Ca-hypo 設備	3	日 本 曹 達	1969	1970	30トン/日	25トン/日
4. 水 処 理	1	旭 硝 子	1969	1970	400 m ³ /時	350 m ³ /時
5. Na-hypo 設備	1			1970	10トン/日	10トン/日
<u>II 新プラント</u>						
1. 電 解 槽	12	Pestalozza	1977	1978	20トン/日	30トン/日
2. HCl 合成設備	2	Wah Chang	1977	1978	30トン/日	15トン/日
3. HCl 合成設備	1	Le Carbone Lorraine	1982	1982	50トン/日	50トン/日
4. 塩素液化設備	1	Wah Chang	1977	1978	15トン/日	6トン/日
5. 塩水精製設備	1	Wah Chang	1977	1978	80 m ³ /時	80 m ³ /時
6. 水脱塩設備	1	Sutax	1982	1982	10 m ³ /時	10 m ³ /時

註 I-1 現在 8 槽のみ稼動

II-1 1983年金属陽極に交換して能力増大

2 1塔のみ稼動

付表 2・B 電源機器リスト

名 称	数 量	供 給 会 社	購入年	据付時	設計能力	現在能力
1. 新潟ディーゼル発電機	3	旭 硝 子	1969	1970	750KW/台	450KW/台
2. 三菱シリコン整流器	1	旭 硝 子	1969	1970	30KA	23KA
3. 東芝シリコン整流器	1	Wah Chang 子	1977	1978	第1期 50 KA 3,250 KW 第2期 75 KA 4,875 KW	75 KA
4. 変電設備				1979	6,010 KW	6,010 KW

註. 2. 計測制御系の一部が不調 3. 良好 4. 問題があるが良好

(3) 環 境

東ジャワ政府および地域の Sidoarjo の規制によれば、ワル工場は 80 トン/日 (100% NaOH) まで現有能力の増加が認められている。この地域には多数の小工場が私企業、家内工業および政府企業として分散立地しており、当ソーダ工場の増強が地域の発展に有益と考えられていることによる。

しかし、当工場が人家密集地域に立地すること、および当社が政府企業であることを考慮し環境条件の保護に対して常に留意が必要とされ、生産能力増大の際には新技術の採用を希望している。また、工場幹部の中には工場のリノベーションの機会に全く別の新立地に将来発展の核となるものを建設することを希望する向きもある。

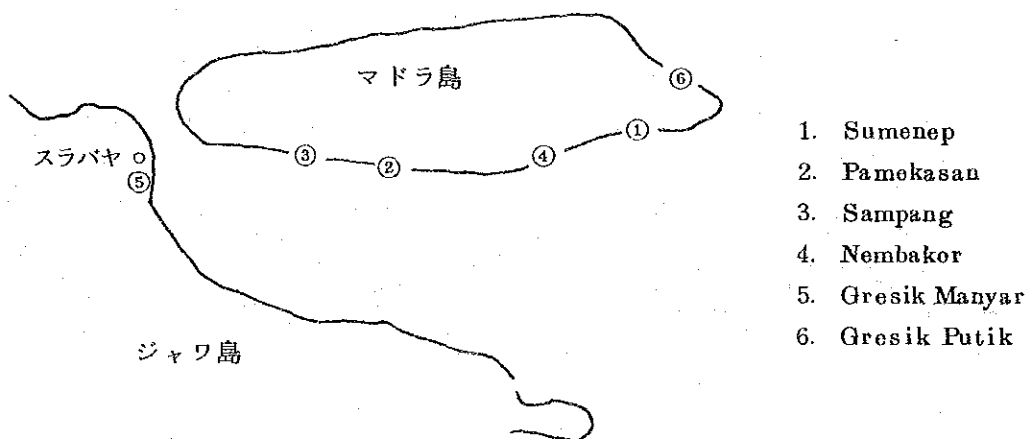
3. スラバヤ周辺の原料塩事情

スラバヤ付近のジャワ島およびマドラ島における天日製塩は国営の製塩会社 Perusahaan Umum Garam (General Salt Company) によっており、その塩田分布は図・2 に示す如くである。これらの製塩能力を表・3 に示す。

製塩量は気候条件による影響が大きく年による変動が大きい。これらの塩田の操業は乾期 (スラバヤで 4 月 - 9 月, マドラ島で 5 月 - 11 月) にのみ行われ、雨期には魚 (Bandeng) の養殖を一部で行っている。

塩価格は工業用が 38 Rp/kg (9 円/kg), 一般用が 15 ~ 20 Rp/kg (3.7 ~ 5 円/kg) で一般用

図・2 ジャワおよびマドラ島塩田



表・3 塩田能力

塩田名	塩田面積 (ha)	製塩量 (トン/年)	増産見込
1. Sumonep	1,470	40,000	50,000
2. Pamekasan	980	50,000	75,000
3. Sampang	150	50,000	85,000
4. Nembakor	180	24,000	40,000
5. Gresik Manyar	450	12,000	30,000
6. Gresik Putik	500	24,000	30,000

が21円/kg, ソーダ工業用が6.5円/kgである。

ワル工場が最近受入れた原料塩の分析値を表・4に示した。ここには参考のためにわが国のソーダ工場が使用する代表的塩種の分析値を示してある。

表・4 原料塩組成 (%)

	NaCl	水分	水不溶解分	SO ₄	Ca	Mg
A	89.22	6.18	0.27	1.26	0.18	0.65
インドネシア B	90.10	6.36	0.21	0.69	0.23	0.47
C	92.20	4.57	0.22	0.76	0.21	0.38
中国	95.03	3.17	0.41	0.47	0.17	0.08
メキシコ	97.39	1.99	0.02	0.15	0.05	0.02
ダンピヤ	97.29	2.15	0.02	0.11	0.04	0.02

註 参考値は日本ソーダ工業会発行ソーダハンドブックによる。

これによれば、インドネシアの原料塩品質がかなり低いものであることがわかる。CaおよびMgの含量がわが国使用塩の数倍から十数倍に達しており、塩水精製および水銀損失に重要な影響を及ぼす。なお、わが国の水銀法ソーダ工場は中国塩でも不純物が多いとしてこれを使用していない。

このようにインドネシア原塩の純度が低いことの原因は塩田の構造と製塩期間の短いことにある。塩田はあたかも日本の水田に似た構造で、ここに海水を逐次汲みこみ、天日蒸発させて食塩結晶を析出させる。

したがって、海水中の不純物（ CaSO_4 、 MgSO_4 、 MgCl_2 など）が製品中に混入しやすく、泥土なども混る。製塩期間が約半年と短いために食塩結晶の十分な成長が望み難く、結晶粒間に不純物（にがり）を残存しやすい。

因みに、メキシコおよび西オーストラリアの最新塩田では年間を通じて蒸発が可能である。まず濃縮池に海水を引きこんで蒸発させ、ここで大部分の $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を析出沈降させる。この濃厚海水を別の結晶池に移して食塩結晶を析出成長させる。ここには前年収穫時のふるい分け採取で残された微粒結晶があり、それが種晶となって結晶が成長する。結晶池の底部は十分な厚さの食塩床によって被覆されており、泥土の混入がない。収穫時に付着する苦汁（にがり）を除くために洗浄プラントで少量の水により洗浄精製する。

4. ペルセロ社に関する問題点と対策

(1) 原料塩

3.で述べたようにインドネシア産原料塩の品質が低く、不純分含有量が多いことが電解ソーダ工場操業上種々の障害の原因となる。

(a) 塩水精製の負担が増し、精製剤（ソーダ灰、苛性ソーダおよび塩化バリウムなど）の使用量が多く、コスト増加を来す。

(b) 精製塩水の純度低下を起しやすい。

対策としては、優良塩の輸入が最も近道であるが、元来电解ソーダ工業を国営で興した目的がマドラ産原塩の消化にあったことを思えば適当な策とはいえない。

この国の原料塩品質が低い原因は塩田と製塩法の本質的なものと考えられ、これらの飛躍的改善は望み難い。唯一の可能な対策として、塩田における洗浄（Washing）が考えられる。ワル工場内に小規模な洗浄設備を見たが、洗浄時に食塩の一部が水に溶け、電解工場ではこれが利用できないので食塩の損失となる。したがって工場サイトに洗浄プラントを立地することは得策でない。塩田サイトに置けば（メキシコや西オーストラリアではすべてこの方式）洗浄水は塩田に回収できる。塩田の中で何れか代表的なものに洗浄プラントを設備し、電解ソーダ用原料塩の供給にあたらせることが望ましい。

食塩結晶の成長が充分でなく、結晶の中心部に $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ をかなり多量に含むことを考えると、洗浄効果を他の優良塩田なみに期待することは難しいが、かなりの改善は期待できる。

(2) 塩水精製

塩水精製系では沈降槽が若干傾斜を生じているとのことである。この場合には上澄液の片流

れを生じやすく、これにより装置能力が低下しているがとが考えられる。このためか、精製塩水の純度の低下が見られる。供給塩水の分析例を表・5に示す。

表・5 ワル工場供給塩水分析

比 重	1.193 ~ 1.195
Ca ²⁺	20 ~ 26 mg/l
Mg ²⁺	22 ~ 29
Fe	0.085
SO ₄	8.266

一般に水銀法電解槽に供給する精製塩水はMg²⁺ 5mg/l以下、Ca²⁺ 30mg/l以下、Fe 0.01mg/l以下が望ましい。この規準に比べるとMg²⁺とFe がかなり多いことが注目される。これらの不純物は電解槽において水銀固化（アマルガム・バター生成）の原因となり、操業の不安定化、水銀損失などの原因となる。

また、イオン交換膜法に供給する場合に新たに増設することになる二次精製設備の負荷を増すので、現有設備の検討と改善および原料塩の改良対策を行う必要がある。

(3) 第1系列電解槽

この系列の電解槽は操業開始後13年を経過している。必ずしも長い期間とはいえないが保守整備が不十分でかなり劣化している。電解槽および水銀循環系からの水銀漏洩が甚しく、電解室床上に多量の水銀が見られる。これがかなり多量の水銀損失の原因となっていると思われる。

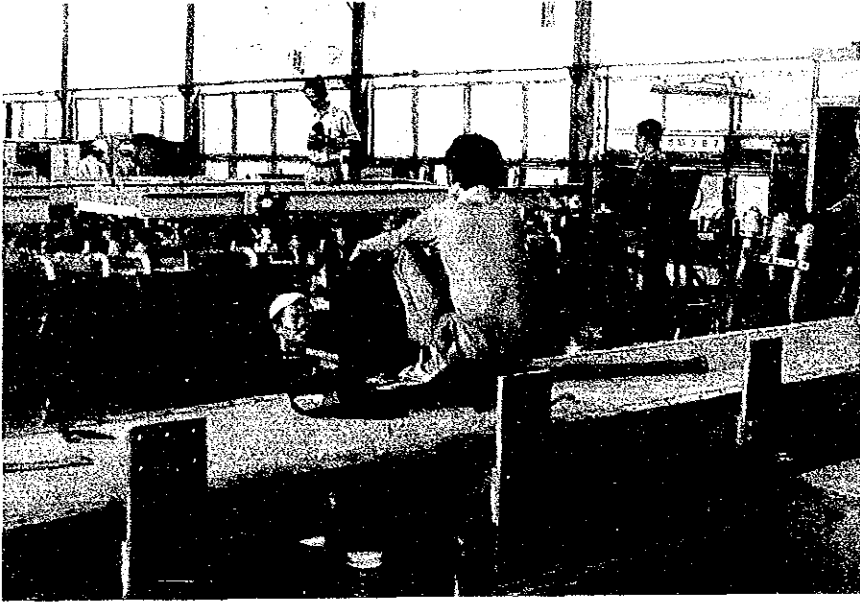
第1系列の老朽状況を考慮すると、環境管理上および経済上の見地からこれの早急な更新が望まれる。

現有の三菱製整流器は部分的補修で今後も使用可能と思われる。この定格（30KA, 55V）に適合する新技術イオン交換膜電解槽に更新することにより原設計能力の約50%増加が達成できる。^{*}

この場合、塩水は現有塩水系より分岐し、二次精製設備（新設）を経て電解槽を経て電解槽に供給する。第2系列水銀法電解槽と共通に一次精製を行うこととなるので、微量ながら水銀イオンの存在する可能性があり、これがイオン交換膜に及ぼす影響の有無について検討の必要がある。このような水銀法とイオン膜法の併列操業はわが国で実績がある。

第2系列の水銀法が残り、これと併行してイオン膜電解槽を操業する場合には、イオン膜電解槽からの苛性ソーダ溶液（約30~35%）を第2系列水銀法電解の解汞用に使用してNaOH 50%溶液を得ることができる。したがって苛性ソーダ溶液濃縮設備（30→50%）の必要がない。

写真電解槽



第1系列電解槽



第2系列電解槽

3 FLOW SHEET

PT. INDUSTRI SODA INDONESIA (PERSERO)

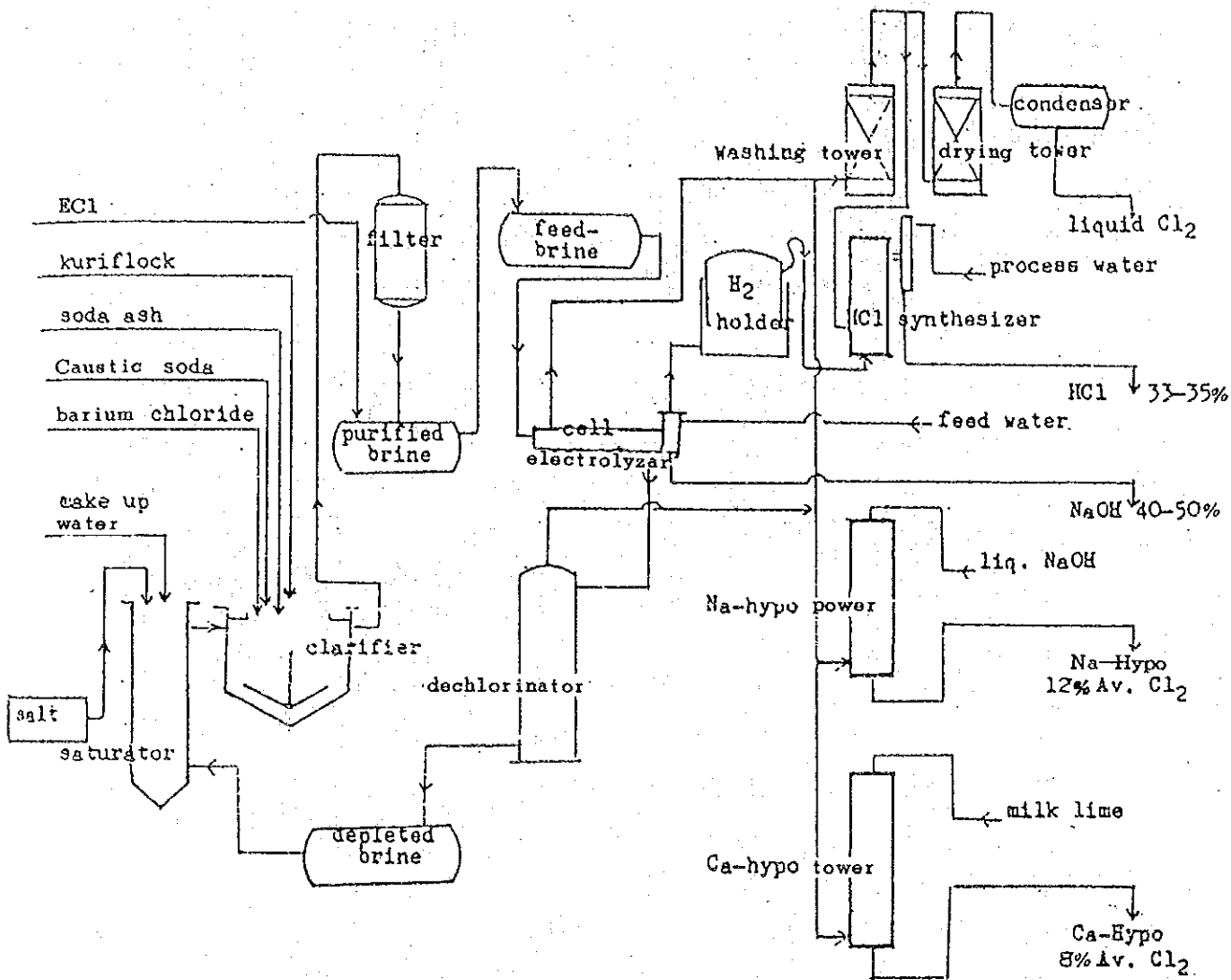
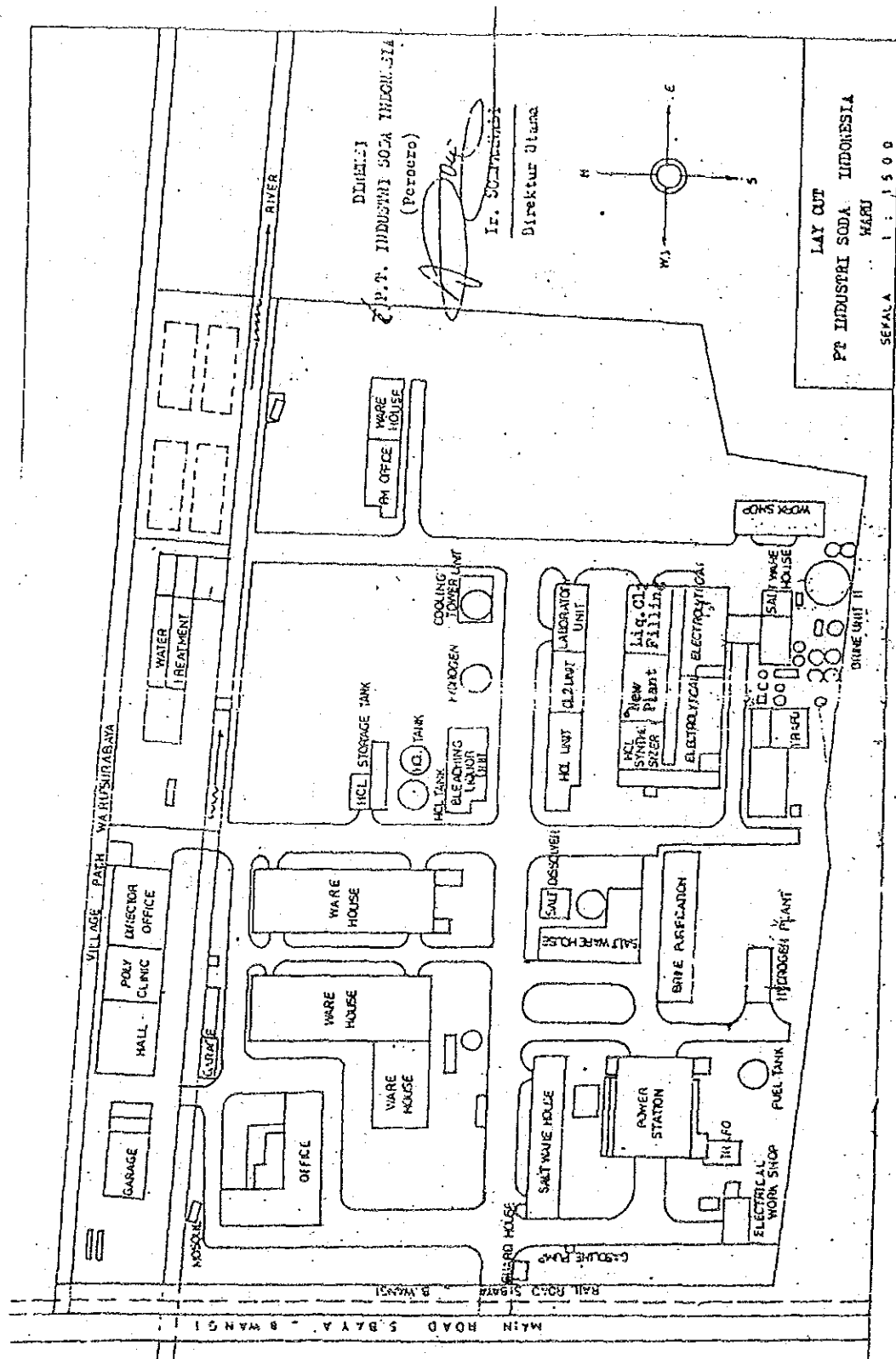


図 4 工場のレイアウト



• LOKASI PLANT BARU : HOL. III & Na HPO II

※〔註〕 最新技術のイオン交換膜法では電力原単位が水銀法より低く、同一電源設備で増産が可能となる。

(4) 第2系列電解槽

この系列は操業開始が1978年で日が浅く、加えて最近にグラファイト陽極から金属陽極に更改している。能力も比較的良好に保たれており、今後も引きつゞき使用可能である。経済的見地からもそれが望ましく、PERSERO当局も希望するところである。

ただしこの場合に、水銀に対する世界的な環境上の関心に鑑み、十分な水銀汚染防止対策を施すことが望まれる。この技術はわが国ですでに確立されており、原料塩の純度向上を始め、水銀を扱う系の完全な密閉、塩水精製時におけるマッドへの水銀共沈防止などが必要である。これにより環境対策の効果のみでなく、経済的にもコストの低減が期待できる。

(5) 保守整備の改善

全般的に工場機器の保守整備が不十分と認められる。国としての工業水準未発達のため、部品材料の補用品の入手が困難なこととも関連しているが、今後は一層の改善が必要である。そのためには、プラント機器の購入に際して将来の補修に必要な部品類購入のルートを確認しておく必要がある。また現有設備の保守に止まらず、設備の能力改善に努力することが必要で、技術者の確保と教育訓練が望まれる。

5. ペルセロ社の将来の開発計画

ワル工場より表・6に示す将来計画が提出された。これは10年計画とも称すべきもので、かなり大幅の成長を期待しているが、第4次5ヶ年計画には関連していない。

これに対する調査団の見解は次の通りである。

元来、電解ソーダ工場は苛性ソーダと塩素を併産する特質があり、この両製品の何れかの市場需要が生産を支配する。インドネシアにおいては、一般の発展途上国と同様に苛性ソーダ需要に対して塩素需要が小さく、したがって塩素需要によって生産が支配される。これが過去においては比較的順調な伸びを示し、それに対応してワル工場の増設がなされてきた。

今後この程度の漸増は期待される所であり、それに対しては次のような対策が考えられる。

ステップ1

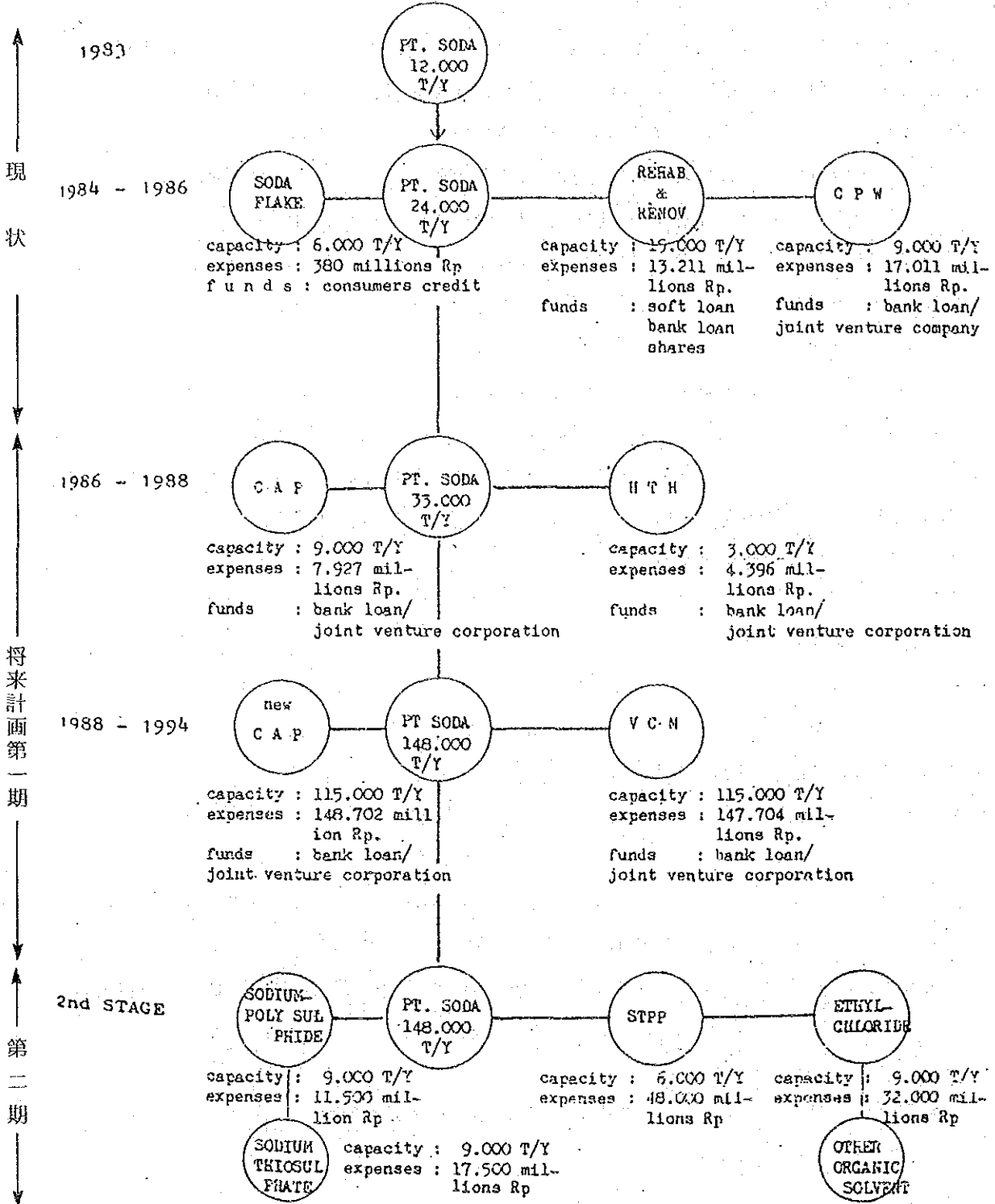
第1系列電解をイオン交換膜法に改修する。これにより設計能力で約6トン/日、現状より約10トン/日(100% NaOH)の増産ができる。

ステップ2

必要の時期に第2系列電解をイオン膜法に更新する。これにより約17~20トン/日増産。ステップ1と合せて現在の36トン/日から約60トン/日となる。

表. 6 DEVELOPMENT PROGRAMME OF

PT. INDUSTRI SODA INDONESIA (PERSERO)



[注] CPW 塩パラ
CAP 塩アルカリプラント
HTH 強カハイボ
VCM 塩ビモノマー

ステップ3

小増設により地域で許されている80トン/日まで増産。

このような漸増方式でなく他立地を求めて新しい核をつくり、その飛躍的増産が工場側の希望であるが、それには例えばPVCのような石油化学工業と結ぶラインが確保される必要がある。現在のところその計画はないが、将来において見通しが得られた時点においてその方向への切り換えが行われるべきである。

6. 今後の方針と問題点(まとめ)

- (1) 第1系列電解槽を撤去し、その跡にイオン交換膜電解槽を新設する。その際、現用の三菱製整流器設備が利用できる見込であるが、これを検討確認する。
- (2) 第2系列水銀法電解に対する水銀汚染防止対策を実施して系外への水銀逸散を防止低下する。
- (3) 塩水精製の改善、これとともに第2系列水銀法と新設イオン交換膜法の併列運転について予め検討する。
- (4) 原料塩の塩田における純度向上
- (5) 工場全般の保守整備の改善

(附) 電源設備の改善と電源系統の切り換え

ワル工場では現在20KV系統より受電しているが、これを70KV系統に切り換えると電力単価が節減できるので工場ではこれを希望している。また現状では負荷の力率が0.8程度と低いので、20KVから降圧した3.3KV電路に進相コンデンサを組込むことを希望している。

7. 関連事情 — 塩化ビニル工場

塩素需要の参考として塩化ビニル工場を1ヶ所視察したので付記する。

P. T. Eastern Polymer

- (1) 資本金 400万ドル(現地50%, 三菱商事30%, 徳山曹達20%)
- (2) 従業員数 231名(役員3名, 工場160名, 事務71名)
- (3) 製品 塩化ビニル樹脂(PVC) 36,000トン/年
重合度700~1,500 (需要は800~1,300)
- (4) 需要先 塩化ビニル管 40%
レザー製品 30%
コンパウンドその他 30%
今後は塩ビ管の受要増が見込まれる。

(5) 原料

主原料である塩ビモノマー(VCM)およびその他副原料はすべて輸入している。

可塑剤 (DOP, ジオクチルフタレート) については日本との合弁で現在工場建設中。

(6) ポリマー重合機

20 m³ 6基

30 m³ 4基

計 240 m³

(7) 問題点

原料のVCMを輸入しているが、輸送中に重合が促進するおそれがあるため防止剤を加えている。そのため工場に入荷後簡単な蒸留塔にかける必要がある。また水質が悪いため重合に使用する水は凝集沈澱、逆浸透、イオン交換樹脂の順で精製使用している。

冷却水の温度が40℃と高いので冷却水で32℃まで下げて使用しているが生産性は悪い。

(8) インドネシアの塩ビ工場はP. T. Eastern Polymeyの他にはP. T. Standard Toyo Polymerだけである。

(9) 供給についてはEastern Polymrが36,000トン/年、Standard Toyo Polymerが48,000トン/年

計84,000トン/年となっており、これに10,000トン/年の輸入を加え合計94,000トン/年である。

今後インドネシアの塩ビ需要は上下水道の整備、住宅建設等の増大が見込まれ当分の間10%台の伸びが見込まれると予想している。

[註] P. T. Standard Toyo Polymer

(1) 資本金 363万ドル (現地17% 三井物産22% 東洋曹達33% 現地金融会社28%)

(2) 従業員 168人

(3) 製品 塩化ビニル樹脂 (PVC) 48,000トン/年

(10) 塩ビ用塩素需要

インドネシアにおけるPVC生産用のVCMを国内で生産するとすれば、PVC生産84,000トン/年をVCM換算すると85,344トン/年となる (原単位1.0¹⁰)。

さらにVCM用の塩素換算をすると52,900トン/年 (原単位0.62) の塩素が必要になる。

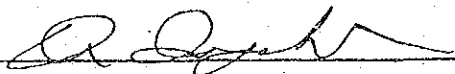
またVCM 85,344トン/年に対し必要とするエチレンは41,819トン/年となる。

現在のところエチレン生産計画はあるものの海外における今後の計画の実現等及びコスト競争力を見極める必要もあり、実現性に乏しいと思われる。

しかし両塩ビ工場ともVCMを国内で生産することについてはコスト面からも歓迎している。

Scope of Work for the Study
on
the Renovation of Caustic Soda Plant of P.T. Industri Soda Indonesia
in
the Republic of Indonesia
agreed upon between
the Directorate General of Basic Chemical Industries
Ministry of Industry
and
the Japan International Cooperation Agency

Jakarta, March 2 , 1984



Kenji IWAGUCHI
Leader of Japanese Survey Team
JICA



Ir. BINTALDJEMUR
Director of Programming
Directorate General of Basic
Chemical Industries
Ministry of Industry.

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Republic of Indonesia, the Government of Japan has decided to conduct a study on the Renovation (hereinafter referred to as "the Study") of Caustic Soda Plant of PT. Industri Soda Indonesia (hereinafter referred to as "the Plant") within the framework of "The Plant Renovation Cooperation Program" between Japan and ASEAN Countries in accordance with the laws and regulations in force in Japan.

The Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of the Government of Japan, will undertake the Study, in close cooperation with the authorities concerned of the Government of the Republic of Indonesia.

The Directorate General of Basic Chemical Industries, Ministry of Industry (hereinafter referred to as "DGBCI") shall act as a counterpart agency to the Japanese study team (hereinafter referred to as "the Team") and also coordinating body in relation with other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study.

The present documents set forth the scope of work with regard to the Study.

II. OBJECTIVE OF THE STUDY

The objective of the Study is to diagnose the Plant and to

investigate the possibility of their Renovation from technical, environmental, financial and economic points of view and to formulate the renovation programs in order to contribute to increasing production, efficiency and improving products quality.

III. SCOPE OF THE STUDY

In order to achieve the above objective, the Study will cover the following items :

1. Present situation of and national policy on Caustic Soda Industry in Indonesia including the development program and relocation of the plant.
2. Diagnosis of management for the plant
 - 2-1 operation and quality control
 - 2-2 maintenance of machinery and equipment
 - 2-3 cost control
 - 2-4 administration
 - 2-5 education and training
3. Technical diagnosis of machinery and equipment of the plant
 - 3-1 brine preparation and purification system
 - 3-2 electrolyzer
 - 3-3 products treatment
 - 3-4 material handling
 - 3-5 chemical recovery system

- 5-6 utility, efficiency of electrical power
- 4. Study on environmental aspects
- 5. Survey of domestic market requirement (caustic soda and chlorine derivatives)
- 6. Formulation of Renovation program
The renovation program for the plant and its management will be formulated, taking into account the improvement of economical environmental effects.
 - 6-1 renovation and development plan
 - 6-2 capital requirement
 - 6-3 training plan.
 - 6-4 implementing schedule
- 7. Financial analysis
- 8. Economic evaluation
- 9. Conclusion and recommendations

IV. STEPS AND SCHEDULE OF THE STUDY

- 1. Steps
 - Step 1 : Preparatory office work in Japan
 - Step 2 : Field work in Indonesia
 - Step 3 : Home office work in Japan
 - Step 4 : Presentation of and Discussion on the Draft
Final Report.
- 2. Schedule

As shown Annex

V. REPORTS

JICA will prepare and submit the following reports written in English to the Government of the Republik of Indonesia.

1. Progress Reports at the end of the Step 2 in the IV : 10 copies.
2. Draft Final Report and its summary within 3½ (three and a half) months after commencement of the Step 3 : 15 copies.
3. Final Report and its summary within 2 (two) months after the receipt of comments on the Draft Final Report by DGBCI : 30 copies.

VI. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF INDONESIA

The Government of the Republic of Indonesia shall accord privileges, immunities and other benefits to the Team and, through the authorities concerned, take following necessary measures to facilitate the smooth implementation of the Study:

1. The Government of the Republic of Indonesia shall make necessary arrangements with the cooperation of other governmental and non-governmental organizations concerned for the following :

1-1 to secure the safety of the Team

- 1-2 to permit the members of the Team to enter, leave and sojourn in Indonesia for the duration of their assignment therein, and exempt them from alien registration requirements.
 - 1-3 to exempt the members of the Team from taxes, duties, and other charges on requirement; instrument and other materials brought into Indonesia for the implementation of the Study.
 - 1-4 to exempt the members of the Team from income tax and other charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the members of the Team for their services in connection with the implementation of the Study.
 - 1-5 to provide the necessary facilities to the Team for the remittance as well as utilities of fund introduced in Indonesia from Japan in connection with the implementation of the Study.
 - 1-6 to provide medical services and needed and its expenses will be chargeable on the members of the Team.
 - 1-7 to secure permission to take all data and documents related to the Study (including Photographs) out of Indonesia to Japan by the Team.
2. The Government of the Republic of Indonesia shall, at its own expense, provide the Team with the following, in cooperation with other agencies concerned, if necessary :

- 2-1 counterpart personnel.
 - 2-2 suitable office spaces with necessary equipment including telephone in Jakarta and Surabaya.
 - 2-3 credentials or identification cards.
 - 2-4 necessary vehicles with drivers, fuel and spareparts in the project area.
 - 2-5 necessary personnel for the Study.
3. The Government of the Republic of Indonesia shall bear claims, if any arises against the members of the Team resulting from, occurring the course of, or otherwise connected with the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of members of the Team.

VII. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF JAPAN

For the implementation of the Study, the Government of Japan will, through JICA, take following measures :



1. To dispatch, at its own expense, study teams to Indonesia.
2. To pursue technology transfer to the Indonesian counterpart personnel in the course of the Study.

VIII. CONSULTATION

JICA and DGBCI will consult with each other in respect of any matter that may arise in the interpretation of implementation of the present arrangement.

Tentative Schedule of the Study

Year & Month		1984																		
		Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.										
Preparatory Office Work (Step 1)																				
Field Work (Step 2)																				
Home Office Work (Step 3)																				
Presentation of Draft Final Report (Step 4)																				
Submission of Final Report																				

 in Japan
 in Indonesia



DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN
DIREKTORAT JENDERAL INDUSTRI KIMIA DASAR
P.T. INDUSTRI SODA INDONESIA
(PERSERO)

JL. RAYA WARU 31, WARU SINGARJO TELP. (031) 816180-810817 TLX 31348

MINUTES OF MEETING

1. With reference to the "Scope of Work" the Japan preliminary survey team and PT. Industri Soda Indonesia held meeting on Tuesday, February 28th 1984 in Waru. PT. Industri Soda Indonesia requested that the future development programme of the caustic soda industries in Indonesia will be included within the scope of study.
Team replied that general remarks on the matter will be included in item III-9. (conclusion & recommendation).
2. PT. Industri Soda Indonesia requested to the team to accept the counterpart personnel to Japan for training. The team promised to convey the request to Japan and make effort to realize it.

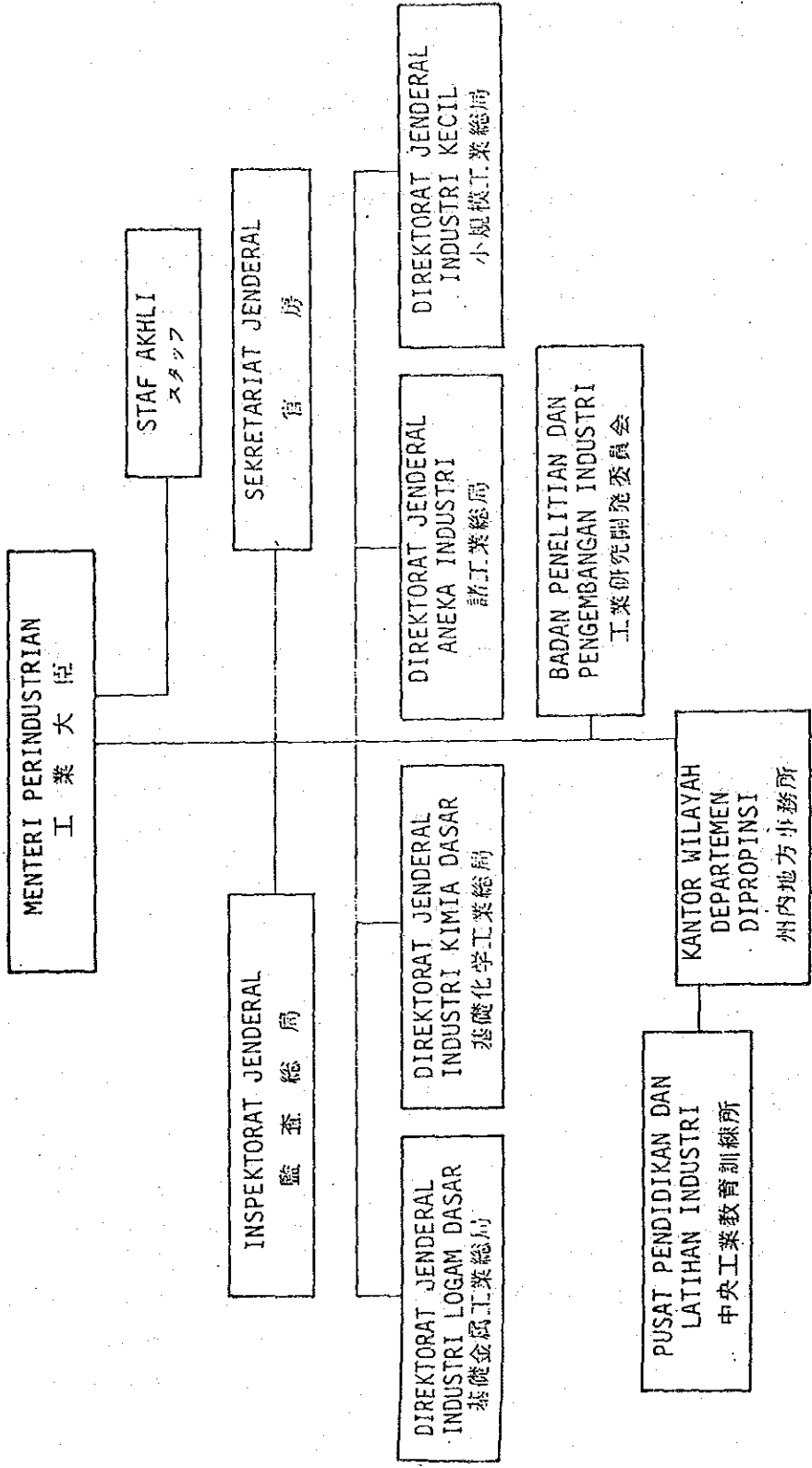
Surabaya, February 28th, 1984

Kenji IWAGUCHI
Leader of Japanese Survey
Team, JICA.

Soetjipto
Technical Director of
PT. Industri Soda Indonesia
(Persero), Waru.

工業省組織図

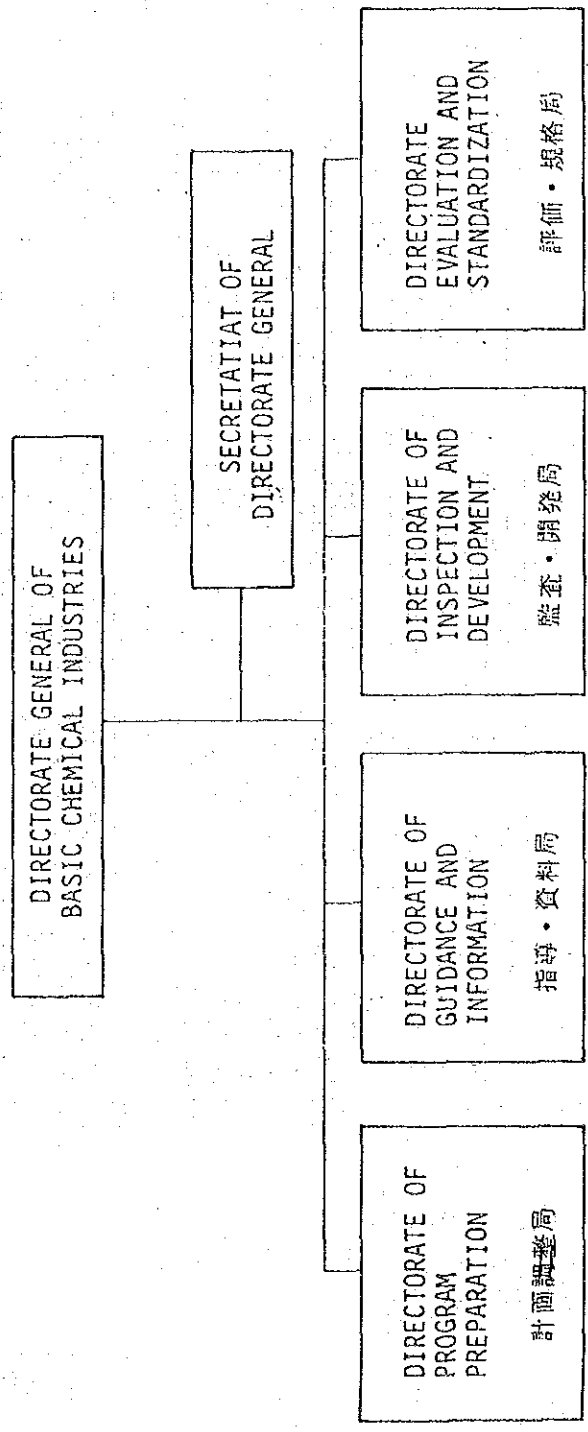
ORGANIZATION STRUCTURE OF DEPARTMENT OF INDUSTRY



基礎化学工業総局組織図

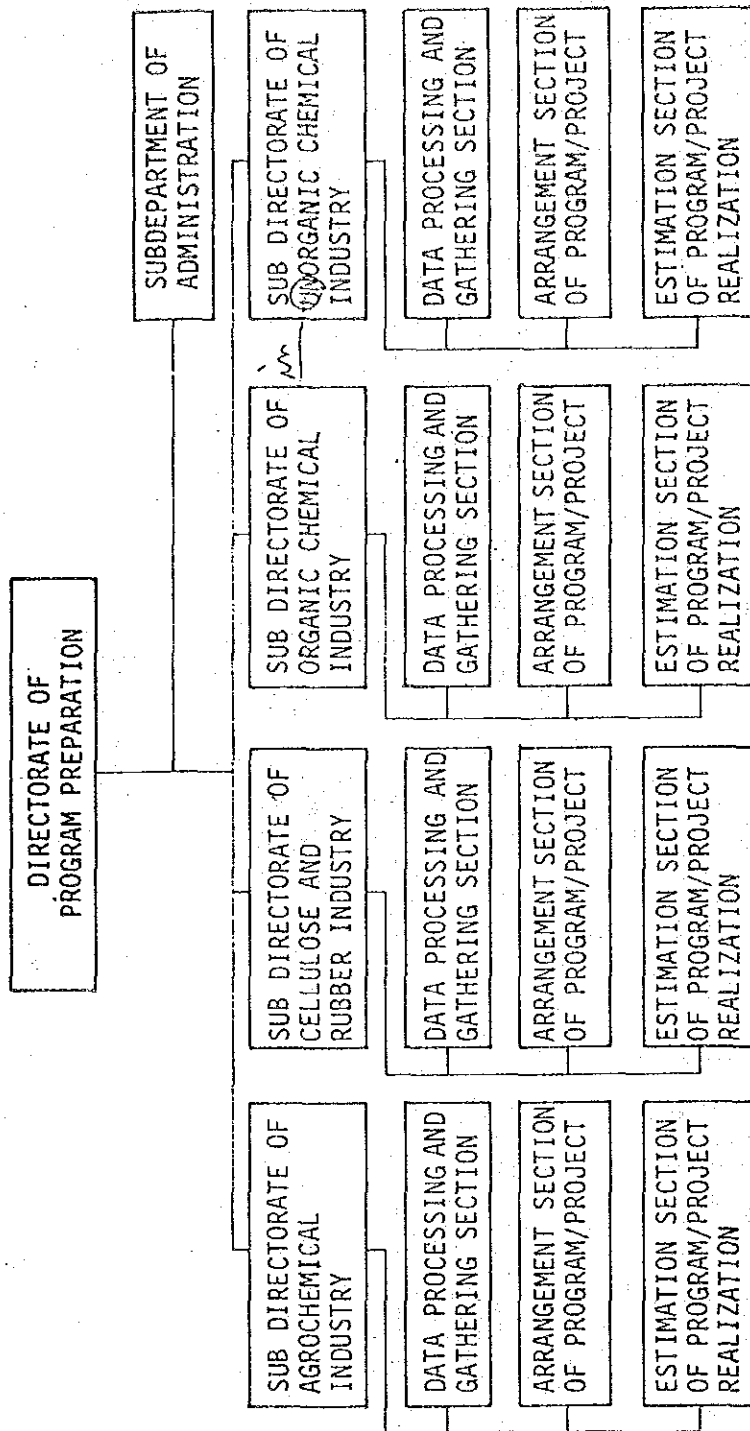
ORGANIZATION STRUCTURE OF
DIRECTORATE GENERAL OF BASIC CHEMICAL INDUSTRIES

インドネシア



基礎化学工業総局

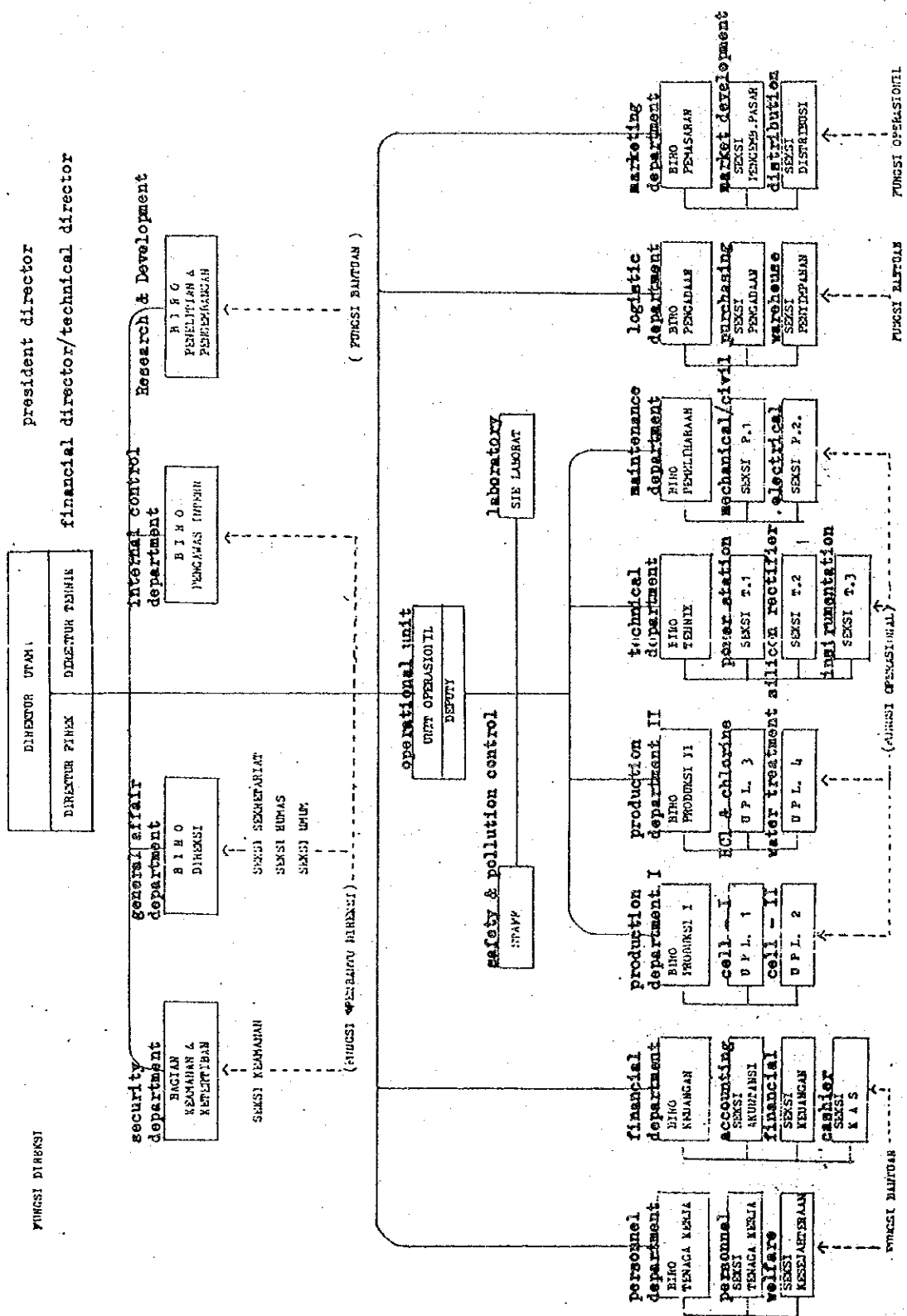
ORGANIZATION STRUCTURE OF
DIRECTORATE OF PROGRAM PREPARATION, DIRECTORATE
GENERAL OF BASIC CHEMICALS INDUSTRIES



インドネシア

基礎化学工業総局・計画調整局

PT INDUSTRI SODA INDONESIA
(PERSERO)



GENERAL OUTLINE OF
PT. INDUSTRI SODA INDONESIA (PERSERO)
W A R U

C O N T E N T S

Item	page
I. Introduction	39
II. Plant Condition	
1. Organization & Management	42
2. Personnel & Manpower	42
3. Technical & Production	43
3.1. Electrolytic cells	43
3.2. Brine purification unit .	43
3.3. HCL - Synthesizer	43
3.A. Machinery & Equipment ...	44
3.B. Utility equipment	45
3.4. Liquid chlorine unit	46
3.5. Bleach Liquor unit	46
3.6. Sodium-hypo unit	46
3.7. U t i l i t i e s	46
3.7.1. Water treatment unit	46
3.7.2. Power station	46
3.7.3. Rectifying station	46
3.7.4. Repair shop & Laboratory.	47
3.7.5. Repair & Maintenance	47
3.7.6. Recovery System	47
3.7.7. Environmental condition .	48
3.7.8. government's policy	48
4. M a r k e t i n g	49
5. Financial & Administration ...	50

.....

----- 0 -----

I. INTRODUCTION

PT. INDUSTRI SODA INDONESIA (PERSERO), a state enterprise is the first one caustic soda and chlorine manufacturer constructed during 1953 - 1956 by the government's initiative for absorption of over production of salt in Madura. The contractor has been pointed was ASAHI GLASS CO., LTD, Japan. All equipment and machineries were supplied by the Japanese makers.

The plant located in WARU about 8 km from Surabaya. Its normal production started on July 17th 1956 with the following products :

- main product : solid caustic soda 10 Tons/Day
- co - product : hydrochloric acid 10 Tons/Day
- Bleaching powder 32% 10 Tons/Day
- BHC γ -isomere 100% 700 Kg/Month

Since the beginning of its normal production in 1956 distribution of products was appeared as limiting factor , especially hydrochloric acid.

In 1961, demand of caustic soda and chlorine products increased, but the condition of machineries were appeared as the limiting factors. The average capacity after this time was always below 30% from the designed capacity. The only solution to dam up the critical situation is "REHABILITATION & RENOVATION" of the plant.

This was carried out during 1969 - 1971. Electrolyzers, HCl-synthesizer, Rectifying station, Diesel Engine Generator and water demineralizer were replaced by new - types. Brine purification system was improved using the old tanks.

The contractor for the above rehabilitation project was ASAHI GLASS CO, LTD, Japan.

New liquid chlorine and liquid calcium hypochlorite unit also constructed during the rehabilitation period by TOYO MENKA KAISHA, Japan.

After 1972, the demand of soda and chlorine increased rapidly and the existing plant was no longer able to meet the requirement of the market.

An effort to overcome this, proposals had been submitted for the expansion of the processing capacity.

New complete plant was constructed during 1977-1978, the same mercury process with graphite anodes. The designed capacity was 20 Tons/Day caustic soda as 100% NaOH.

The main contractor was TAIWAN WAH CHANG INTERNATIONAL - CORPORATION, Taiwan

The electrolyzers supplied by PESTALOZZA Italy, SiR by TOSHIBA Japan, Liquid Cl₂ plant and HCl plant supplied by respectively TAJIRI and KYOWA CARBON Japan.

After completion of the new plant feedbrine for ASAHI cells to be supplied by the new brine purification unit.

In 1983 modernization of the new plant was carried out by modifying the electrolyzers using titanium anodes with automatic control and safety device.

Anode assembling was carried out by SIGRI GMBH, cell modification by UHDE, control and safety device by SIEMENS-AG, West Germany.

After completion of cell modification, capacity of the new plant became 30 Tons/Day caustic soda as 100% NaOH.

The old ASAHI electrolyzer is still in operation but due to shortage of spareparts and replacement in the past, made proper maintenance impossible, resulting in the lowering of the overall capacity of the plant.

The present capacity is about 50 - 55% from its designed capacity and it is therefore expected that the old ASAHI plant should be rehabilitated within the near future.

----- 0 -----

II. PLANT CONDITION

Present condition of PT. INDUSTRI SODA INDONESIA seized the following departments :

1. Organization & Management
2. Personnel & Manpower
3. Technical & Production
4. Marketing
5. Financial & Administration

1. Organization & Management.

Based on the mission from the Ministry of Industry as a state owned company, will have to conform to all of the regulations and procedures imposed on state owned corporations.

PT. INDUSTRI SODA INDONESIA (PERSERO) , as a commercial unit has the principal function as "market stabilizer" and "agent of development".

The main principal of composing the organization is to provide the basis for achieving the target.

2. Personnel & Manpower.

To obtain such a perfect organization and qualified personnel, the following steps had to be taken :

- mentally cultivation
- improvement of technical and managerial abilities
- improvement of employee's welfare and prosperity
- upgrading and training.

3. Technical & Production.

The existing plant condition is as follows :

3.1. Electrolytic cells

Consist of two units, Unit-I and Unit-II.

Unit-I, supplied and constructed in 1969 by ASAHI -
GLASS CO., LTD., Japan.

Designed Capacity : 10 T/D NaOH 100%

Number of Cells / Load : 12 cells/25 KA

Mercury process with graphite anodes.

Unit-II supplied and constructed in 1978 by TAIWAN
WAH CHANG INTERNATIONAL CORPORATION, TAIWAN

C a p a c i t y : 30 T/D NaOH 100%

Number of Cells / Load : 12 cells/75 KA

Mercury process with titanium anodes.

3.2. Brine purification unit.

Capacity : 80 M³/hour continuous system.

3.3 HCL - Synthesizers.

Consist of three units :

Unit-I : supplied and constructed in 1969 by
ASAHI GLASS CO, LTD, Japan.

Capacity : 20 Tons/Day (designed capacity)

Unit-II : supplied and constructed in 1977 by
TAIWAN WAH CHANG INTERNATIONAL ; TAIWAN.

Designed capacity : 30 Ton/Day

Unit-III : supplied by Le Carbon Lorraine France ,
constructed in 1982

Designed capacity : 50 Tons/Day

3.A MACHINERY & EQUIPMENT LIST

No.	Name of Equipment	Q'ty	Supplier	Purchased	Installed	Designed Capacity	Operating Capacity
<u>I. OLD PLANT</u>							
1.	Electrolytic cells	12	ASAHI GLASS	1969	1970	10 T/Day	6 T/Day
2.	HCl Synthesizer	2	ASAHI GLASS	1969	1970	20 T/Day	16 T/Day
3.	Ca-hypo unit	3	Nippon Soda	1969	1970	30 T/Day	25 T/Day
4.	Water treatment	1	ASAHI GLASS	1969	1970	400 M ³ /Hr	350 M ³ /Hr
5.	Na-hypo unit	1			1970	10 T/Day	10 T/Day
<u>II. NEW PLANT</u>							
1.	Electrolytic cells	12	PESTALOZZA	1977	1978	20 T/Day	30 T/Day
2.	HCl Synthesizer	2	WAH CHANG	1977	1978	30 T/Day	15 T/Day
3.	HCl Synthesizer	1	Le CARBONE LORRAINE	1982	1982	50 T/Day	50 T/Day
4.	Cl ₂ Liquefaction unit	1	WAH CHANG	1977	1978	15 T/Day	6 T/Day
5.	Brine Treatment unit	1	WAH CHANG	1977	1978	30 M ³ /Hr	30 M ³ /Hr
6.	Water Demineralizer	1	SUTAX	1982	1982	10 M ³ /Hr	10 M ³ /Hr

REMARKS :

- I - 1 : Only 8 cells are in operation
 2 : Decreasing of equipment condition caused the declining of the capacity
 3 : Still in normal operation
 4 : Still in normal operation
 5 : Still in normal operation

- II - 1 : Increasing of capacity after installing titanium anodes in 1983
 2 : Only one tower in operation
 3 : Still in good condition
 4 : Product output to be compared with demand condition
 5 : Still in operation but need repairing of some equipment
 6 : Still in normal operation

3.B. UTILITY EQUIPMENT & MACHINARIES

No.	Name of Equipment	Q'ty	Supplier	Purchased	Installed	Designed capacity	operating capacity
1.	NIIGATA DIESEL ENGINE GENERATOR	3	ASAHI GLASS	1969	1970	750 KW/set	450 Kw/set
2.	mitsubishi SILICON RECTIFIER	1	ASAHI GLASS	1969	1970	30.000 A	23.000 A
3.	TOSHIBA SILICON RECTIFIER	1	WAH CGANH	1977	1978	1st stage 50.000 A 3.250 KW	50.000 A
						2nd stage 75.000 A 4.875 KW	75.000 A
4.	High Tension SUB STATION				1979	6.010 KW	6.010 KW

REMARKS :

- 1 - decreasing of equipment condition caused declining of the capacity
- 2 - some of control systems / instrumentations are not in function
- 3 - good condition
- 4 - fair

3.4. Liquid Chlorine Unit

Constructed by TAIWAN WAH CHANG INTERNATIONAL CORPORATION, Taiwan in 1978.

Designed Capacity : 15 Tons/Day.

3.5. Bleach Liquor Unit

Supplied and constructed by TOYO MENKA / NISSO Japan in 1970.

Designed Capacity : 30 Tons/Day, 8% available Cl_2 .

3.6. Sodium Hypochlorite Unit

Capacity : 10 Tons/Day $NaOCl$ 12% available chlorine

3.7. UTILITIES

3.7.1. Water Treatment Unit

Capacity : 7.000 M^3 /Day

3.7.2. Power Station

- Three NIIGATA diesel engine generators set supplied & constructed by ASAHI GLASS CO, LTD
Capacity : 3 x 750 KW
- Electric Power supplied from State Electrical Company P.L.N. : 6.010 KVA

3.7.3. Rectifying Station

Consist of two units :

Unit - I , MITSUBISHI silicon rectifier ,
supplied and constructed by
ASAHI GLASS Co, Ltd, in 1970

Unit - II , TOSHIBA silicon transformer
rectifier, supplied and con -

structed by WAH CHANG Taiwan in 1978.

Capacity : Unit - I , 1.650 KW 55 V

Unit - II, 4.875 KW 65 V

3.7.4. Repair/Shop and Laboratory.

3.7.5. Repair and Maintenance

Machineries and equipment are supported by satisfactory maintenance systems.

Upgradings to carried out continuously to obtain qualified maintenance crew.

Estimated maintenance cost at PT. INDUSTRI SODA INDONESIA Waru turning about 5 to 9 % of the equipment price, and 40 to 50 % of the above expenses are used for purchasing spareparts.

Based on experiences, annual expenses needed for spareparts will be about 4,29 % of the equipment price.

3.7.6. Recovery System

Recovery equipment installed at PT. INDUSTRI SODA INDONESIA Waru are as follows :

- Mercury distillator with a capacity of 150 Kg/Day mercury, to separate but-ter amalgam and other impurities coming from the electrolyzers.
- Mercury traps, installed along brine & cell washing water pipings to recover mercury.

Recovery Systems (continued)

- Brine recovery : settling of brine sludge to recover clear brine.

The future brine recovery system will be equipped with suitable filter-press.

3.7.7. Environmental Condition

PT. INDUSTRI SODA INDONESIA Waru located in a quite big populated area had to pay attention to the condition of the environment.

Proper study on the above matter should be made whenever further plant development will be carried out.

3.7.8. Government's Policy

According to the regulations of the governor of East Java and of the regional authority (Mayor of Sidoarjo), PT. INDUSTRI SODA INDONESIA Waru is still allowed and able to expand the existing production capacity up to 80 Tons/Day caustic soda as 100% NaOH.

It is reasonable because many small industries spreading over this region as private corporations, home industries and government corporations and the development of PT. INDUSTRI SODA INDONESIA in Waru will be helpful to speed up the regional development programme.

In spite of that, as a state owned company, PT.

In spite of that, as a state owned company, PT. INDUSTRI SODA INDONESIA must always take care of the reliability of the environment condition. To meet the above purpose, new technology will be applied whenever the extension of the plant is to be carried out.

It is known that nowadays, worldwide industrial concerns are in the process of switching from the mercury or diaphragm chlor-alkali process to the ion-exchange membrane process.

The characteristic features of ion-exchange membrane process are as follows :

1. Less energy consumption in comparison with other processes
2. No pollution problem
3. Simple operation
4. Low capital investment for plant construction
5. High quality products.

4. Marketing

The purpose of this department is to distribute the products to the consumers.

Systems to be performed are :

- direct supply system to the consumers and users (factory to factory system)
- indirect supply through the distributors or sold agents.

4. Marketing (continued)

Smooth distribution of products is able to support the smooth operation of the factory and able to meet target of company budget smoothly.

5. Financial & Administration

As state owned company, financial condition of PT. INDUSTRI SODA INDONESIA Waru always controlled by government authorities and shareholders.

Internal source of fund coming from products sales income.

All company activities related with financial problems included periodic financial reports performed by this department.

資料4：基礎化学工業における第3次5ケ年計画実績と第4次5ケ年計画基本政策

I 第3次5ケ年計画（REPELITA III）第4年度までの概略実績

農芸工業、有機化学、無機化学及びセルロース・ゴムにより構成される基礎化学工業サブ・セクターは第4次5ケ年計画の初まりから4年間で平均年成長率18.6%を実績として示した。

この成長は生産量の増大のみならず、第1、第2次5ケ年計画期間中には生産されていなかった白セメント、タイプII及びVセメント、レーヨン繊維、光沢紙、ゴム化学品及び浮遊法による高品位板ガラス等新しい製品の生産により製品の多様化をもたらした。

基礎化学工業、とりわけ戦略的、基幹的工業として位置付けられる案は地域開発をも大いに促進した。なぜならば、肥料、セメント、紙、パルプ工業等多くのものがアチェ、西部スマトラ、リオウ、南部スマトラ、西部ジャワ、中部ジャワ、東部ジャワ、東部カリマンタン、南部スラウエシ及び東部ヌサテンガラ等インドネシア各地域に分散設置され地域工業地帯の中核的存在となったからである。

指摘に値するもう一つの重要な開発成果は生産単位の生産規模から技術発展に伴い拡大した点である。例えばセメント工業に於ては現在では150万トン/年能力のキルンが操業しており、大規模なターミナル/袋詰プラントへのセメントのバルク輸送が行われている。又、紙、パルプ一貫工場に於ては近々にも90,000トン/年のミルが操業を開始しようとしている。

工業標準化、マンパワー訓練、投資申請の承認促進、民間セクターからのより活発な参加、輸出振興、環境調査及び汚職追放等工業環境の改善に継続的努力が払われている。

II 生産量の増大

基礎化学工業サブセクターの年率18.6%の成長は戦略的産業全体の年成長率を±14%上廻るもので、同様に經常価格に於ける販売額は年24%増大した。

この高度成長は単に生産量の増大に起因するものではなく、より巾広い新製品が生産されるようになった結果でもある。

生産の増大内訳は別添1に示すとおりである。

別添同表の示すとおり1978/79～1982/83期間中最も成長率の高かった分野は染料（1426.8%）で、その逆は火薬類（45.5%）である。

別添II表中の1981/82と82/83を比較すると肥料（-4.3%）とスクーター・モーターバイク用タイヤ・チューブ（-8.36%）を除き生産量はいずれの分野も増加を示している。

次表（表-1）に示す販売量も生産量と同様の傾向を示しており經常価格ベースで±34.2%の年成長を示している。

表 1
VOLUME OF SALES

(in 1,000 Rp)

Sub - Sector	1978/79	1982/83	Growth
Agrochemicals	103,983,539	437,726,392	321.0 %
Cellulose & Rubber	104,677,769	264,812,503	153.0 %
Organic Chemicals	102,229,113	264,525,782	158.8 %
Inorganic Chemicals	109,633,669	393,658,535.9	259.1 %
Total	420,524,090	1,360,723,212.9	223.6 %

Ⅲ 設備能力の有効利用と輸出振興

既存の工業の効率向上のため既存設備能力の最大活用への努力が継続的になされている。既存設備の遊休は市場の制約と操業上の問題に起因する。

この市場の制約を克服するため政府は輸出保証の発行など輸出振興に必要なインセンティブを与える措置を取る一方、生産率向上のため上層中級管理者や操業従事者への訓練の実施、隘路解消と最大利用化等の努力をしてきた。

次表（表 2）は基礎化学工業に於ける既存設備の利用状況を示す。

表 2
CAPACITY UTILIZATION
(In 1982/83)

No	Commodity	Capacity Utilization	Installed Capacity	Production	Demand
1.	Paper	62 %	480,200 t	296,880	530,000 t
2.	Caustic Soda	39 %	41,450 t	16,016	87,690 t
3.	Sulphuric Acid	21 %	215,300 t	44,375	216,000 t
4.	Ca Citrate	32 %	13,360 t	4,227	6,600 t
5.	Citric Acid	14 %	3,600 t	490	2,000 t
6.	Urea	88 %	2,190,000 t	1,921,304	2,240,000 t
7.	TSP	118 %	500,000 t	589,286	870,000 t
8.	ZA	139 %	150,000 t	209,000	332,000 t
9.	Ammonia	100 %	58,000 t	58,000	46,000 t
10.	Adhesive Resin	48 %	132,850 t	63,774	136,000 t
11.	PVC Resin	81 %	66,000 t	53,475	72,350 t
12.	Polyester Fibre	107 %	105,550 t	513,528	110,600 t
13.	Pesticides	53 %	89,630 t/kl	47,978	46,569 t/k
14.	Car/Truck Tyre	79 %	4,935,000 pcs	3,885,614	3,900,000 pcs
15.	Motor Cycle Tyre	92 %	2,789,000 pcs	2,567,149	2,800,000 pcs
16.	Sheet Glass	31 %	198,270 t	62,038	168,600 t
17.	Cement	87 %	8,500,000 t	7,419,920	7,769,000 t
18.	White Cement	42 %	200,000 t	85,000	80,000 t

上記のとおり、輸出振興は既存設備の有効利用への一つのステップでもある。

1981/82～1982/83間の輸出実績は次表(表3)のとおり。

表 3

Volumes of Export In 1981/82 & 1982/1983

	Year 1981/1982		Year 1982/1983		Year 1982/1983 of 1981/1982	
	Quantity Ton	Value Rp. 000	Quantity Ton	Value Rp. 000	Quantity Ton	Value Rp. 000
Fertilizer	75,000	13,333,125	116,895	14,901,661	55.86	11.76
Ammonia	7,011	826,860	8,250	973,070	17.65	17.68
Paper	—	—	6,900	2,077	—	—
Tyre	—	—	—	—	—	—
※ car/Truck	14	26,532	183	104,237	12.07	392.87
※ Motor Cycle/ Scooter	50	68,458	32	14,732	36	78.48
Calcium & Citric Acid	3,517	1,445,549	3,892	1,773,195	10.66	22.67
Synthetic Resin	—	—	172	238,464	—	—
Alkyl Sulfate	—	—	67	90,021	—	—
Cement	486,442	13,529,779	7,200	219,456	(-98.52)	(-98.38)
Clinker	205,548.5	4,699,661.7	89,029.75	2,835,220.1	—	—
Sheet Glass	478	135,652	205	54,161	(-57)	(-60)
White Cement	—	—	350	27,510	—	—
Total	778,096.5	34,065,616.7	232,825.75	21,206,294.1	—	62.3

上記の表から解るとおり、1982/83年にはセメントの輸出が極端に低下しているが、これは82/83年に於ける国内消費が急増したことによる。

■ 第3次5ヶ年計画第4年次に於て建設中のプロジェクト

第4次5ヶ年計画の第4年次である1982/83年に於て92プロジェクトが建設中にあり、そのうち16プロジェクトは同年内に完成し残る76プロジェクトは第4次5ヶ年計画の初年度である1983/84年に完成しよう。

当該サブセクターに於ける建設中プロジェクトの内訳及び(継続)投資を必要とするものは次表(表4)のとおり。

表 4

Number of projects & Investment

Sub Sector	Number of projects	Investment
Agrochemicals	13	Rp. 386,299,087,000
		US\$. 1,397,156,000
Cellulose & Rubber	15	Rp. 587,246,818,000
		US\$. 14,833,245
Organic Chemicals	39	Rp. 383,038,884,000
		US\$. 150,598,000
Inorganic Chemicals	9	Rp. 1,063,293,653

IV 第4次5ヶ年計画(REPELITA IV)

工業セクター開発の全般的目的、すなわち GDP への貢献の増大、雇用創出、構造強化、輸出ドライブ、技術移転の促進と実行に添い、工業セクター開発に関する第4次5ヶ年計画の基本政策は以下のとおり。

- 既存工業設備能力の最大活用
- 建設中プロジェクトの時宜を得た完成
- 工業セクター内、他のセクター間との及び資源との相互関連の密接化
- 工業構造の強化
- 民間セクターの広範な計画の奨励、促進
- エンジニアリング、デザイン能力の開発と資本財（エンジニアリング産業）生産の促進

基礎化学工業の発展は上記目的と政策に添って行われよう。そのプライオリティは、工業構造を強化し地域開発を促進する基幹工業、非石油、ガス商品として輸出促進するに比較優位にある工業、巾広く相互連結の緊密化に資する工業に置かれよう。基礎化学工業の発展のため、可能な限り民間セクターの導員が奨励・促進されよう。その他の支援活動としてはマンパワーの訓練、事業環境整備が含まれる。

第4次5ヶ年計画に含まれる主要プロジェクトの例は次のとおり。

1. 肥料

- アンモニア/尿素肥料プロジェクト 2工場（各々57万トン/年の尿素）
- 重過燐酸石灰（TSP）プロジェクト 1工場（50万トン/年）

2. 殺虫剤

- 戦略的性格を有す活性原体製造（32タイプ）

3. 紙、パルプ及びレーヨン

- 大規模一貫紙/パルププロジェクトの建設と、証券用紙等の特殊紙及び綿代替品とし

でのレーヨン繊維工業（高湿硬度レーヨン）向け溶解パルプの生産

4. タイヤ

- 乗用車、トラック用タイヤ生産工場のプラント能力の漸次増強により各々のプラント能力を10,000本/年とする。

新規プロジェクトの立地はその製品需要が工業の公正な加速に資する地域に於て促進されよう。重量タイヤ、軍用車タイヤ、飛行機用タイヤの生産も開始されよう。

5. 有機化学

- 基礎的石油化学製品を生産する石油化学上流工業の実現と最下流石油化学工業の拡大と特殊化学製品の生産。

蔗糖化学品等の他の天然資源も開発が進められる。

6. 無機化学

- 当該グループの主要プロジェクトにはセメント、板ガラス、耐火レンガ、大規模塩素/苛性ソーダ（CAP）、工業塩カーバイド及びソーダ灰等が含まれる。

インドネシア共和国プラント(苛性ソーダ)
リノベーション計画事前調査報告書

発行 昭和 59 年 4 月
編集兼発行者 国際協力事業団
住所 新宿区西新宿2-1-1
新宿三井ビル内
電話番号 03 (346) 5 3 1 1
郵便番号 160

JICA