

4.6 Boma Bisma Indra, Wahana工場

4.6.1 Wahana工場の技術的診断結果

1984年7月から8月にかけて、P. T. Boma Bisma IndraのWahana工場を診断した。

本節では技術的項目についての診断結果及び対策案について記述する。

(1) 工場概要及び沿革

1) P. T. B. B. I. は1865年設立の“De Bromo”N. V., 1878年設立の“De Industrie”N. V. 及び1918年設立の“De Vulkan”C. V. の3社が合併し、砂糖工場への予備品の供給を行ってきた。又、現在ではKHD社、SHW社などのライセンス契約をもとにディーゼルエンジンや小型農機具(鋏)なども製作している。

2) 現在のWahana工場の製品は仏国 RAMAFER社との提携で砂糖プラント用貨車の組立及び水門の製作などである。

(2) 現在の生産状況

1) Wahana工場の年間生産量は次の通りである。

貨車の組立	3,960	T/Y
水門	180	T/Y
合計	4,140	T/Y

2) 現地調査の結果対象業種(セメント砂糖肥料紙・パルプパームオイル) と各プラントの年間生産量との関連は見出せなかった。

Indra工場の製品の中で現在のWahana工場に移管可能なものについて検討し業種との関連づけも行ってWahana工場のプロダクトミックスを作成した。

(3) 生産設備及び生産技術

1) 現在の生産設備

- ① 現在の貨車と水門用の機械設備は引続き使用可能である。
- ② 貨車組立工場の建屋面積は1,864m², 4棟で水門製作工場の建屋面積は300m², 1棟である。

2) 生産技術

- ① 製作実績のある規格及び標準
JIS, ASME, API, 及び Indonesian Standard
- ② 製作実績のある材質
炭素鋼

③ 標準工期を調査したが詳細資料は得られなかった。

④ 生産コストの集計大物工事の作業山積表工事出票などを実施している。

3)調査結果に対する提案

① 現在の貨車の生産設備, 建屋は現状のままとする。

水門用建屋は撤去する。

②もっと高品質の製品を製作する場合は, 現在の生産技術のレベルアップが必要と考えられる。

(4) 管理体制及び人員構成

Wahana工場はIndra工場から分離し, 独立した工場になるが, 現在は殆んど敷地のみの状態である。管理はIndra工場が行っているので, 現Indra工場の板金加工部門を基に考察したが, 内容はIndra工場

4.5.1(4)項と同じである。

1)マネジメントシステムと人員

4.5.1(4)1)項参照

2)生産管理システム

4.5.1(4)2)項参照

3)品質管理システムと検査

4.5.1(4)3)項参照

4)メンテナンスシステム

Indra工場にメンテナンス部門が設けられているが, 新しくWahana工場にも設けることを推奨する。特に新しい機械を多く購入するので資料収集をはじめ管理ポイントを定める必要がある。

(5) レイアウト建屋構造運搬設備

省略。新工場については4.6.3“リノベーション基本計画とその概要”の項を参照。

(6) ユーティリティ

省略。新工場については4.6.3“リノベーション基本計画とその概要”の項を参照。

4.6.2 技術的前提条件

本節ではリノベーション計画達成のための前提条件について述べる。

(1)工場立地

- 1) P. T. B. B. I., Wahana工場のリノベーション計画はIndra工場の板金加工部門をWahana工場へ移転し、新工場での新しいプロダクトミックスと生産量の増大によって達成される。
- 2) Wahanaの工場敷地は工場用地として適切な広さを持ち、且つ土質的にも安定であり、造成工事のコストが工場運営の負担増につながらないことが条件である。
- 3) 土質調査の結果、劣悪な状況でないことは判明したが、尚、土壌置換、雨季の浸水防止のために 0.7 mの盛上げが必要である。

(2) 生産設備の選定条件

Wahana工場での生産業種は主として肥料プラント及び紙・パルププラントのプロセス用機器及び従来から製作されている機器類であり、所謂、精密機械類ではない。

従って生産設備の選定基準としては、次の点に留意すべきである。

- 1) 現在の工場従業員の技術レベルの延長線上にあり、且つ、適切な加工精度と能力を持っていること。
なお、設備は JISに基づいて計画されている。
- 2) 繰返し、量産機種はないので、高度にNC化された設備は避ける。(例 CAD/CAM)
- 3) 付帯設備として熱処理設備、酸洗設備、塗装設備は設置するが、メッキ設備は除外し、専門メーカーに任せる。
- 4) 非破壊検査を中心とした検査設備を導入し、品質保証の思想の徹底をはかる。

(3) 輸送限界

- 1) 工場に最も近い港湾は約 60km 離れた Tanjung Perak である。製品高さが 2.4m を超す場合には、迂回路をとるので 115km になる。
- 2) Tanjung Perak 港までの道路の重量制限は12トンで Surabaya 警察の要求によって、製品輸送限界は低く規制されている。
- 3) 従って、少なくとも30トンまでは輸送できるような法改正や、道路、橋などの整備が必要である。

4.6.3 リノベーション基本計画とその概要

前節4.6.1で述べた現状の調査及び診断の結果をもとにリノベーションプランを作成するにあたり、基本計画は次の手順に従って立案された。

- ① インドネシア政府の第4次5ヶ年計画、スタディチームによる市場調査及び工場現地調査によりWahana工場に適した製品の新生産計画の立案。
- ② 新生産計画に従って、工場新設備能力の計画の立案。
- ③ 新設備能力と現有設備能力の比較及び工場レイアウトの作成、製品輸送の問題点についての検討。
- ④ 工場建設、機械設備の据付など、コストと工程に関する検討。
- ⑤ 新工場完成後の組織、生産技術などに関する検討。

基本計画の概要について説明すると、Wahana工場はIndra工場の板金加工部門から分離独立し、板金加工、鉄骨構造物及び現地工事を主体作業とする。

そのプロダクト・ミックスは、肥料及び紙・パルププラントを主体にした機械装置、プロセス機器及び従来から手がけてきた製品をBasic Loadとして引き続き生産させる。

工場としてのハードウェア即ち設備能力は現在の生産実績約 4,140 T/Yを大きく上廻る 12,500 T/Yを生産できるように設計され、その生産開始は 1988年10月を目標に計画した。

一方、Wahana工場側のなすべき義務としてのソフトウェア、即ち、新工場建設工程及び運転開始後の運営に問題を生じないように、管理者、技術者の育成と増員、熟練作業者の育成と増員、技術レベルの向上等に必要なる教育訓練プログラムや教育訓練スケジュール、工場の組織体制や人員構成の改善についても検討した。

(1) 製品別生産計画

1) Wahana工場のプロダクトミックス

- ① 工場設備能力設計の基本になる製品のプロダクトミックスは次の2項目で構成される。
 - i) 1984年5月18日“The Japan International Cooperation Agency”と“The Directorate General of Machinery and Basic Metal Industries of Ministry of Industry”の両者で作成された“Scope of Work for the Feasibility Study on the Development of Plant Processing Equipment Industries”による肥料プラント及び紙・パルププラント機器
 - ii) 従来から P. T. B. B. I. Indra工場で地域と密着して生産され今後も生産を続行する製品（以後は便宜上“Basic Load”と呼ぶ）。

- ② 現在のIndra工場で生産されている板金加工及び鉄骨構造物部門の生産技術の延長線上にあり、且つ新しい製造技術を取り入れて、技術レベルアップ品質向上生産量増大を計画できることが重要である。製品形態別分類から判断するとWahana工場では板金加工及び鉄骨構造物を主形態とする作業を行うことが、妥当である。
- ③ Wahana工場でのプロダクトミックスはTable 3-1に示すように工場内で製作する8項目及び現地工事主体作業(ここでは便宜上“サイト・ワーク”と呼ぶ)の3項目に分類した。このように製品形態別分類を行うことによって必要機器の種類、台数及び配置等を決定した。

2)Wahana工場の生産規模の計画

- ① Wahana工場の担当業種である肥料プラント、紙・パルププラント及びBasic Loadの市場調査を行い、その年間生産規模を1989～1993年の平均需要量を基準に策定した。そして、これらのプラント機器のインドネシアでの国産化の可否を検討し、国産化率を求めた。
- ② これらの2業種のプラント国産化予定機器のうちWahana工場で加工しうる占有率を設定し、板金加工品及び鉄骨構造物に分類、各プロダクトミックス毎に生産量の配分を行った。
- ③ Basic Loadについても工場生産実績の調査を行い将来も生産する可能性のある製品について前項②と同様鉄骨構造物と板金加工品に分類し、各プロダクトミックス毎に生産量の配分を行った。
- ④ プラント機器やBasic Loadの現地加工、現地据付量を設定し、現地工事で必要な工作機械台数や作業人員規模を算出した。
- ⑤ 前項②～④の結果を鉄骨構造物、板金加工品及びサイト・ワークの3種の製品形態に分類、集計し、整理したのが、Table 3-1である。工場設計生産能力は、この値を参考に12,500 T/Yと設定した。

(2) 負荷計画と所要設備

Wahana工場の生産能力は前項(1)⑤に述べたように1988～1993年の需要予測の結果をベースに12,500 T/Yの生産能力になるように設計された。

需要予測量は、次の3項を基準に計算された。

- i) 肥料プラント機器 : インドネシア国産化率 — 平均 65 %
BA・BI・BO 占有率 ————— 75 %
- ii) 紙・パルププラント機器 : インドネシア国産化率 — 平均 42 %
BA・BI・BO 占有率 ————— 75 %
- iii) Basic Load : 占有率 ————— 100 %

その結果、需要予測量は、1988～1993年の平均値で10,675 T/Yと計算され工場設計能力の85%であるが、工場側の強い要望により、12,500 T/Yと設計した。

1) 旧設備流用可否の検討

新しく設定されたプロダクトミックス及びその生産計画に伴ってIndra工場の機械設備を調査し、流用可能な設備を決定した。採用可能と決定した基準は次の通りである。

① 調査項目

稼働率%、精度、作業性、保全、及び改造の5項目について調査した。

② 分類基準

次の級別基準に従って区分した。

クラスⅠ : 現状のままで使用可能

クラスⅡ : 改造すれば使用可能

クラスⅢ : 改造しても使用不可能

③ 使用可能と判断された設備は、設備能力の一部として、繰り入れる。ただし、使用可能と判断されても、能力的に又は、機能的に不要と思われた設備は流用しなかった。

2) 新設備に関する検討

工場設計生産能力はプロダクトミックス及びその生産計画によって決定したが、必要設備は次の基準で決定した。

① 各プロダクトミックス毎に次の項目を設定

i) 標準形式、重量、材質と作業内容(プロダクトモデルの決定)

ii) 標準作業単位、工程、作業時間(生産時間の設定)

iii) 5年先の推定技術レベル

② 前項①を基に下記項目を設定

i) 主要作業人員規模, 生産時間の算出

ii) 必要機種, 必要台数の決定

③ 旧品流用機械設備との相殺

④ 上記の決定に当っては, 経験値を導入した。

(3) 現工場の改善, 新設計画

現在のIndra工場を調査した結果, 新しく設定されたプロダクトミックス及びその生産計画を達成するには著しく狭く, 設備も不足していることがわかった。そこで, B. B. I. 本社及び Indra 工場と打合せた結果, PasuruanにあるWahana工場に新工場を建設する計画を作成することになった。

本項では, 板金加工品及び鉄骨構造物の製作を主体とする工場レイアウト, 及びIndra工場からの機器の一部移設について述べる。

1) 工場レイアウトの基本計画

工場敷地面積	: 72,000m ²
材料ヤード面積	: 1,000m ²
建屋面積	: 23,736m ²
レイアウト	: Fig. 3-1参照
年間生産量	: 12,500 T/Y

前項(2)2)で生産計画達成のための必要な設備及びその台数が決定された。そして工場レイアウトはその資料をもとに次の手順で決めた。

- ① 必要作業面積の確保
- ② 適切な機器配置と製品製作工程の決定
- ③ 建屋形状の決定
- ④ 材料ヤード, 製品搬出ルートなどの考慮
- ⑤ マテリアル・ハンドリングの極小化

2)生産設備及び検査設備

① 生産設備

製品製作のプロセスとして考えられるプレパレーション,機械加工,成型加工,溶接及び組立の手順に従って,次の6項目について検討した。本項では前項(2)2)で検討された機器の種類や台数及び前項(3)3)②で検討された製品製作工程に従って機器の仕様が作成された。

i)プレパレーション用設備及び付属機器

ii)機械加工用設備

iii)成型加工用設備

iv)溶接用設備

v)組立工具

vi)天井走行クレーン

注): i)~v)についてはIndra工場の旧品流用可能機器を含む。

② 検査設備

品質保証機能を発揮するためには検査の果たす役割は大きい。現在は外注されているが,内作設備として取り入れることを推奨する。

検査設備は次の項目から構成されている。

i)溶接部主体の検査のための非破壊検査機器

ii)材料試験用機器

iii)測定用機器

3)付帯設備の基本計画

製品の特性に従って種々の付帯設備が必要である。

工場では次の4項目について検討した。これらの設備は夫々の製品形態に応じた能力で設計された。

- | | | |
|--------------|---|--------------|
| ① 熱処理設備 | : | 板金加工品 |
| ② ショットブラスト設備 | : | 板金加工品及び鉄骨構造物 |
| ③ 酸洗設備 | : | 板金加工品 |
| ④ 塗装設備 | : | 板金加工品及び鉄骨構造物 |

4)ユーティリティの基本計画

① 電気関係は次の設備を設ける。

- i)受変電トランスフォーマを新しく設置する。
- ii)電話設備(電話 60 台)
- iii)ペーjing装置
- iv)放送設備
- v)内外照明
- vi)火災報知器(事務所のみ)
- vii)非常用発電機(非常灯のみ)
- viii)事務所の空調設備

② 工作機械設備及び付帯設備用として、次の配管ラインを設ける。

- i)プロパンガス ii)酸素 iii)アセチレン iv)アルゴン
- v)炭酸ガス vi)圧縮空気 vii)工業用水
- viii)飲料水(公共水道水)但し、飲料水製造装置は設けない。

③ 汚水、廃水処理

- i)トイレ汚水は処理装置を含む。
- ii)酸洗装置の中和設備までを含む。

(4) 工場建設工事及び据付計画

Surabaya市から約 60 km離れた位置にある Pasuruan の Wahana 工場に新工場を建設する。

検討項目は次の通りである。

1)土地造成

工場建設及び運転を工程表に沿って円滑に達成できるか否かの重要事項は土地造成である。

- ① 工場敷地面積 72,000 m²の中、造成面積は 46,626 m²とする。
- ② 表土を深さ約 30 cm取除き、そのあとに砂を深さ 30 cm入れる。その上に高さ70 cm の盛土を行う。

2)地盤と杭

造成完了後、PC杭を打撃工法により打込む。杭形状は直径 35 cm、長さ 10 又は 15mとし、機械基礎に用いる。

3) 建 屋

主体は鉄骨構造とする。コンクリート構造はX線検査室, 焼鈍炉, 加熱炉, 汚水処理設備である。
事務所も建設の範囲に含める。

4) 機器の据付計画

- ① 建屋の建設工程にそって, 最初に電気配線のケーブル埋込工事を行う。次に, 屋根工事完了計画に沿って天井走行クレーンの設置及び電源のつなぎ込みを行う。
- ② 機器の据付は大物, 中物, 小物に分類し, 工期短縮をはかる。引渡し条件は据付後の試運転完了時とする。
- ③ 全体据付工程は, Table 3-2 に示すように 1988 年10月完了である。この目標達成のためには土地造成, 土木及び建屋工事の工程進捗状況の影響が非常に大きい。

5) スーパーバイザの派遣

次の項目についてスーパーバイザの派遣及びインドネシア側のスーパーバイザ採用を考慮する。

i) 土木工事(土地造成も含む)

ii) 建屋工事

iii) 機器据付工事

iv) 電気配線工事

v) 建屋内の配管工事

スーパーバイザの任務は工事完了を以って終了とする。

特に重要と考えられる機種の試運転には機器供給者からスーパーバイザの派遣を考えているが, 一般的な機器は英文仕様書の提出にとどめる。

4.6.4 リノベーション推進計画

前節までに述べられた基本計画に従って、本節ではリノベーションプログラムのハードウェア部門、即ち、比較的詳細な推進計画諸元について説明する。

(1) リノベーションの概要及び設計条件

1) Wahana工場のリノベーションの概要

Table 3-1 に示すように板金加工品と鉄骨構造物を主体に年間生産量 12,500T/Y が可能なように設計した。

工場は現 Indra工場から Wahana に移転させる。

製品の品質についても、現在より向上するように、また、現在よりも、もっと高度な製品の製作に取組めるように検討した。

2) 工場設計条件

生産機種及びプロダクトミックスを基に製品重量、製品寸法、製品数量及び製品の製作工程を考慮し、工場面積、建屋の高さ、建屋棟幅及び天井走行クレーンの吊上げ能力、数量に反映させた。

① プロダクトモデルの設定

生産設備の諸元を決定するためにプロダクトミックスからプロダクトモデル(Table 4-1 参照)を設定した。

② 天井走行クレーン吊上げ能力の設定

プロダクトモデルを基に天井走行クレーンの吊上げ能力を設定した。(Fig. 3-1参照)

③ 天井走行クレーンレール高さの設定

プロダクトモデルを基に天井走行クレーンの有効吊上げ高さを考慮し、クレーン高さを設定した。

④ 主要生産設備の仕様の設定

プロダクトモデルを基に主要生産設備の仕様を設定した。(List 4-1参照)

⑤ 生産時間の算出

プロダクトミックスからプラント別に代表的な製品を抽出し、作業単位毎の生産時間を算出した。

⑥ 生産設備必要台数の算出

作業単位毎の生産時間を基に作業人員を考慮し、生産設備必要台数を算出した。

(Table 4-7 及び list 4-1 参照)

⑦ 工場面積の検討

i) 固定設備の作業床面積

固定設備の床面積に作業範囲を考慮し、前項⑥により算出した台数を積算した。

ii) 組立場面積などの所要面積

前項⑥により算出した生産時間を基に、製品の製作工程及び経験による原単位を加味し、所要面積を算出した。その結果を Table 4-2に示す。

⑧ 床 耐 力

大物の棟は 10 T / M²、その他の棟は、5 T / M²と設定する。

3) 改善前後の比較

生産性向上度を検討するため、リノベーション前とリノベーション後の単位面積当り生産量及び直接工1人当り生産量についてそれぞれ比較した。

比較した結果を下表に示す。

	リノベーション前(a)	リノベーション後(b)	比率(b/a)
単位面積当り生産量 (T/Y/M ²)	1.34	0.49	0.4
直接工1人当り生産量 (T/Y/Man)	56.2	33.7	0.6

上記結果から生産量は低下するが、この理由は肥料プラント、及び紙・パルププラントの機器の中に、かなり高度な製作技術を要し、重量の割には作業面積及び作業者を多く必要とする圧力容器や特殊材質の機器を含んでいるためである。

4) 工場レイアウト

工場レイアウトを計画するにあたって、製品の加工途中における逆流及び棟かわし現象を極力少なくするため製品の種類に応じた棟の区分をし、更に部品については集中生産方式を取り入れた(詳細については Fig. 3-1参照)。

① A棟

素材搬入後のプレパレーション作業をA棟に集約し、それぞれの加工部材をこのA棟から各棟に供給する方式とした。

従って、このA棟にはマーキング、ガス切断、剪断、プレス、及びフランジングマシン等の装置を配置した。

② B棟

素材として形鋼、平鋼及びパイプ等を使用する製品を製作する専用棟とした。

従って、このB棟にはバンドソー、アングルベンダ、パイプベンダ及び工作機械を設置し、ノズル、プレハブ配管及び鉄骨構造物の製作場を設置した。この場所で作られたノズルや鉄骨構造物は必要に応じて各棟に供給される。

③ C棟

主に一般の板金加工品(例、非耐圧容器、タンク、及びコンテナ)を製作する棟とし、放射線検査、耐圧試験及び溶接後熱処理を必要としない製品を対象とした。

また、このC棟で製作された板金の部品は必要に応じて他の棟に供給される。

④ D棟

主に圧力容器の単胴、小型軽量の圧力容器及び熱交換器を製作する専用棟とした。

従って、このD棟には単胴の放射線検査を行う場所及び熱交換器加工設備を特別に配置した。また、このD棟で製作された単胴は放射線検査が完了後、E棟で組立てられるものはE棟に供給される。

⑤ E棟

主に鏡ブロックの製作及び大型重量物の圧力容器を製作する専用棟とした。従って、このE棟には大型工作機械を配置した。また、このE棟で製作された鏡ブロックは必要に応じて各棟に供給される。

⑥ 表面処理ヤード

新工場建屋と既設の貨車組立工場との間にサンドブラスト、塗装及び酸洗装置を同一ライン上に配置した。この3つの装置のうち、塗装装置を中央に配置したのは、サンドブラスト後の塗装、酸洗後の塗装と工程間の移動距離を最短にするためである。また、この表面処理ヤードを新工場建屋と既設貨車組立工場との間に設置した理由は貨車の表面処理及び将来の拡張計画を考慮して、ほぼ、中央部に配置するのが最適と考えたからである。

⑦ 素材保管ヤード

素材保管ヤードは工場敷地の最東部に配置し、A棟及び将来の拡張予定値との関連を持たせた。

5) 機器リストと製品の製作工程

① 機器リスト

機器の詳細を List 4-1 に示す。なお、この機器リストには既存の機器のうち流用する機器も含んでいる。

② 製品の製作工程

肥料プラント及び紙・パルププラントの機器のうち代表的な機器の製作工程を Fig. 4-1 に示す。

(2) 建設コスト

本リノベーションに必要な投資額の明細は Table 4-3 に示す。又、詳細設計、スーパーバイジング及びトレーニング費用に関しては Table 4-6 に記述している。但し、リノベーション実施中に既存組織を利用する費用並びに技能訓練期間中の被教育者の人件費は投資額として扱わない。

(3) リノベーションプロジェクト推進システム

このプロジェクトの推進が決定された場合には、工場側の義務として、推進に支障を生じないように、又、問題を発生させないように

1) 新工場の設計並びに購入部品の決定

2) 土地造成、土木工事、建屋工事、及び機器据付工事などの建設工程の管理、監督を行い、又、円滑な運転開始と操業ができるように、

3) 管理者、技術者、作業者の増員養成計画の作成、及び推進などを実施しなければならない。

Table 4-4 はこれらの内容を盛り込んだシステム表である。

(4) 作業内容

1) 作業項目

Table 3-2 に示すごとく、次のように分類される。

- ① 土地造成 ② 土木工事 ③ 建屋工事 ④ 機器、電気品、計装品、配管の購入及び据付 ⑤ プロジェクト全体の取纏め及び詳細設計 ⑥ 上記各項目にわたるスーパーバイジング ⑦ 特殊機器の運転指導

2)作業の内容

前項 1)で述べた各項目は外貨ポーションと内貨ポーションの作業に分類できる。

① 内貨ポーション

労務の提供, インドネシア国内で購入し得る材料の調達, 国内輸送, 及び関税, スーパーバイジングの一部, 建設用機器のリースなどが主なものである。

② 外貨ポーション

機器や設備の購入, 海上輸送, 保険の手配, プロジェクト全体の取纏め, 各項目の詳細設計, スーパーバイジングなどである。

(5) 作業のスーパーバイジングと訓練計画

1)スーパーバイザを派遣する作業項目は次の通りである。

(Table 3-2 及び Table4-6 参照)

- ① 土地造成 ② 土木工事 ③ 建屋工事 ④ 機器の据付工事
- ⑤ 電気品, 計装品の据付工事 ⑥ 配管工事 ⑦ 主要機器の運転指導

2)訓練計画

工場作業者の訓練計画は, 必要最小限の機器として次の機種を対象に実施する。

その目的は, 工場機器据付完了後から運転開始までの期間に機械の操作に慣れることである。但し, 1988年10月までには相当な期間があるので, 工場側で自主的に訓練を実施することを推奨する。

- ① ポーリング・ターニングミル ② CNC ドリリング
- ③ ポーリング・ミリング ④ プレーナ ⑤ プレス
- ⑥ フランジングマシン ⑦ ベンディングローラ ⑧ 炉

トレーニング費用については Table 4-6に示す。

(6) リノベーション推進工程表

前項(4)及び(5)で説明した内容を含め, 本プロジェクトの推進工程を Table 3-2に示す。

4.6.5 生産管理と教育訓練

本節に示す内容は、前節までに述べたリノベーション計画を達成するために必要なソフトウェアに関する基本的な事項を述べたものである。従って、以下に示す生産管理体制、品質管理体制、教育訓練等が満足されて始めてリノベーション計画が達成される条件が備わる。

(1) 生産管理体制

4.6.1 (4) 2)項に示した技術的診断結果から、下記の対策が必要である。

- 1)製品が計画通りに作られるように管理する目的で生産管理システムを作る必要がある。このシステムには各製造ステップで日程計画をチェックし、日程に遅れが生じた場合には、その遅れを取り戻すための対策(例えば残業)が立案出来る体制及び部品の納期管理体制が含まれる必要がある。
- 2)納期遅れを防止する一手段として、工場全体または、各職種毎の工事量を把握する目的で山積計画を作るべきである。

この山積計画により、工程のネックになる機械または職種が早期に把握され、対策が立て易くなる。

- 3)Fig.5-1 に PDCA 管理サークルを示すが、特に、C :チェックまたはフォロー、

A :アクションの所が不十分になるのでこの点を重視した生産管理を行う必要がある。

次に生産技術について述べれば、プロダクトミックスの変化に伴い、素材は厚板が使用される。このため、成形加工、熱処理、溶接方法と溶接材料の選択及び溶接割れ防止等の技術が重要になる。

この生産管理及び生産技術を強化するため、スタッフの増強と教育が必要であり、その教育指導は外国のスーパーバイザによるのが良く、スーパーバイザ派遣費用は(9)項に示す。

(2) 品質管理体制

4.6.1 () 3)項で述べたように、Indra 工場には、まだ品質管理マニュアルがないようである。Wahana工場の管理者は品質管理の重要性を認識して、先ず、品質管理マニュアルを作成することが急務と考える。

次に技術面から検討すると、素材の中に厚板が出てくるため

- 1)非破壊検査の増大への対応
- 2)溶接割れ等の溶接欠陥防止対策

が重要である。このため、前者には、現在外注している検査業務の内作化、即ち、有資格検査員の増強が必要であり、後者には納入する製品の品質を保証するために材料及び加工に精通した品質管理者が必要である。

また、製品の品質保証のため、仕損やクレームの資料は、大切であり、収集と整理を行う必要がある。これらの技術者の指導及びそれに要する費用は(9)項に示す。

(3) 安全管理体制

Wahana工場の天井走行クレーン能力は、Indra 工場の 25 トンから 30 トンへと能力が増加する。また、可燃性ガスの使用量の増大による工場内配管を設置するので、安全管理はより重要になる。このため、下記の項目を重点とした安全管理体制が必要である。

1)安全の基本は整理、整頓及び清掃であるが、現状では、必ずしも良いとは言えない。

先ず、作業者を含む全員の整理、整頓意識を身につけさせる必要がある。

2)人身災害を防止するため、クレーン、玉掛作業者の教育、感電防止、及びガス爆発防止のための教育指導が必要と考える。

(4) メンテナンス

新設備及び流用設備の稼働を高めるため、下記に示すメンテナンスシステムを確立し、実施する必要がある。

1)機械、装置及び計器を、種類別に日常点検及び定期点検を行うよう点検マニュアルの作成と実施が必要である。

この中には、点検項目及び時期の明確化と不良ヶ所の修理の実行を含む体制を確立することが重要である。

2)器具、工具の整備点検は、製品の品質及び能率向上につながる所以、作業者が日常点検を行うように教育指導が必要である。

(5) アフタサービス

既納製品のアフタサービスは、営業面から見ると

- 1) 修理、改造工事の受注
- 2) 増設、新規工事の受注

に結びつくと共に、技術面から見れば、

- 1) 設計、エンジニアリング部門へのフィードバック。
- 2) 品質管理、工作部門へのフィードバック。

により、エンジニアリング力の向上や、品質管理、工作上の問題点の把握による技術力の向上をもたらす。従って、今後、営業部門の中に製品知識を持つ営業技術者を育成する必要があると考える。

(6) エンジニアリング

従来の Indra工場から新設備を持つ Wahana 工場へと移るが、生産能力の増加と生産品目の拡大を円滑に行う方法として、下記が考えられる。

- 1) 熱交換器や圧力容器等の新しい生産技術は、経験豊富な外国企業と技術援助契約を結び、技術力強化を図る。
- 2) 既製作品についても、設計、エンジニアリング能力強化のため製造技術を含めた技術を導入する。
- 3) 安くて作り易い製造方法にするための生産設計を含めた設計能力の増強を図る。
- 4) 製品の材質の選定、製品に必要な寸法精度を図面に指示出来る設計エンジニアの養成及び指導を行う。

これらに要する費用は、後掲*項で述べる。

(7) 教育訓練

管理及び技術者に対する管理力及び技術力の向上については、(1)～(6)項で述べた通りである。

作業員については、Table 4-5 及び Table 5-1に示す教育計画を推奨する。生産量の増大に対処し、また、新設備を使いこなすために、作業員の技能のレベルアップは急務である。

(8) 組織と人員

1) 組織

Table 5-2 に Wahana 工場の組織と人員計画を示す。

組織は 4.6.1(4)項の技術的診断結果及び前掲 Table 1-1を基にして、下記の主要点を主体に作成した。

- ① Wahana工場は、その生産量及び人員規模から見て、Indra 工場の分工場から独立し Wahana 工場にすべきである。但し、営業、経理業務は、Indra 工場の分室としても良い。
- ② Indra 工場の部課が多すぎるので、組織は出来る限り簡素化した。

2) 人員

次に、人員計画は、下記のようにした。

- ① 直接作業者数は、4.6.3 (2) 2)項の手順に従って決定した。
- ② 間接人員は、経験に基づいて決定した。一般管理部門は推定により定めたが、本社の有効活用を図り、少人数で運営されるべきである。

(9) 教育訓練費用

前(1)、(2)及び(6)項に関する生産管理及び技術並びに前項 4.6.4(5) 2)に関する機械工作についてのトレーニングコストとトレーニング期間を Fig. 5-2 に示す。

教育訓練の成果は工場運営に大きな影響を与えるので十分な体制で取組む必要がある。

TABLE 3-1 FORECAST OF PRODUCT MIX

P.T. BOMA BISMA INDR: WAHANA UNIT

ANNUAL PRODUCT CONDITION IN 1989 ~ 1993

UNIT: TON/YEAR

	TYPE OF PRODUCT	STEEL CON- STRUCTION	PLATE WORK	TOTAL	BASIC LOAD	FERTILIZER PLANT					PULP AND PAPER PLANT	
						AMMONIA	UREA	TSP	P ₂ O ₅	ZA		SUB TOTAL
a.	a.1 General structures											
	a.2 Bridges and similar structures											
	a.3 Industrial structures											
	a.4 Big water gates and structures for water engineering											
	a.5 Conveyors	50	50	100			3	32		5	40	57
b.	b.1 Fertilizer plant equipment	0	2,150	2,150		1,199	353	245	93	263	2,153	
	b.2 Pulp and paper	0	1,000	1,000								1,002
	b.3 Heat-exchanger	0	550	550		303	146	14	4	64	531	17
	b.4 Vessel	0	116	116								
	b.5 Tanks	0	1,160	1,160								
	b.6 Plate works	0	1,160	1,160								
	b.7 Others	1,800	2,690	4,490		4,140	60	24	10	44	234	120
SUB TOTAL		1,850	8,876	10,726	6,576	1,598	562	315	107	376	2,958	1,196
c.	c.1 General industries											
	c.2 Vessels (pressure and atmospheric, vacuum)	0	120	120		41	32	10	2	1	86	33
	c.3 Tanks of different design.	0	220	220		32	7	15	16	32	102	118
	c.4 Silos, bins, containers hoppers, ducts, chutes, etc.											
	c.5 Pipe works	0	1,610	1,610		700	294	136	24	57	1,211	401
SUB TOTAL		0	1,950	1,950	0	773	333	161	42	90	1,399	552
TOTAL		1,850	10,826	12,676	6,576	2,371	895	476	149	466	4,357	1,748

Table 4-1 Product Model for P.T. B.B.J. Wahana Unit

TYPE OF PRODUCT	THICK- NESS (mm)	PRODUCT SIZE (ID x LENGTH WIDTH x LENGTH) (mm)			DESIGN PRESSURE (kg/cm ²)	MATERIAL	WEIGHT (Ton)
		W	H	L			
1 CONVEYORS	mm 6-12	2,000	1,500	10,000	-	C.S	10
2 FERTILIZER PLANT EQUIPMENT	25-50	4,000 ϕ x 30,000L			300	C.S SUS SUS CLAD	60
3 PULP & PAPER PLANT EQUIPMENT	6-16	3,000 ϕ x 5,000L			0-20	C.S	6
	30-50	5,000 ϕ x 15,000L			50	C.S	60
4 HEAT EXCHANGERS	6-50	2,500 ϕ x 12,000 L			100	C.S SUS SUS CLAD	40
5 VESSELS	25-50	5,000 ϕ x 30,000L			100	-	60
6 TANKS	6-9	3,500 ϕ x 5,000H			-	-	-
7 PLATE WORKS	6-50	5,000 ϕ x 5,000L			-	C.S SUS SUS CLAD	-
8 OTHERS	6-50	500	2,000	10,000	-	C.S	30

Note: The above table shows the major specifications of the products selected per type of plant equipment from the product mix to determine the specifications of the production facilities. Therefore, this table provides an effective guideline for the approximate production capacities of the shops.

Table 4-2 Necessary Area of Each Shop for P.T. B.B.I. Wahana Unit

<u>NO</u>	<u>SHOP NAME</u>	<u>AREA</u>
1	CUTTING PLAN ROOM	360
2	PREPARATION AREA	1,220
3	FORMING AREA	1,647
4	MACHINING AREA	1,788
5	ASSEMBLY AREA (INCLUDED WELDING)	14,169
6	RADIO GRAPHIC EXAMINATION ROOM	288
7	SAND BLASTING PAINTING AND ACID CLEANING ROOM	1,008
8	RAW MATERIAL STORAGE AREA	1,000
9	TOOL ROOM	108
10	PARTS STORAGE AREA	360
11	MAIN PASSAGE AND OTHERS	3,976
Total		25,924

Table 4-3 Summary of Investment Cost for P.T. B.B.I. Wahana Unit

ITEM	UNIT: 1,000,000 YEN		
	<u>FOREIGN</u>	<u>DOMESTIC</u>	<u>TOTAL</u>
1. MACHINERY & EQUIPMENT	4,216.92		4,216.92
2. ELECTRICITY & INSTRUMENT	177.65	321.54	499.19
3. LAND PREPARATION	43.12	136.54	179.66
4. OCEAN FREIGHT, INSURANCE & LOCAL HANDLING	361.13	85.64	446.77
5. INLAND TRANSPORTATION		81.12	81.12
6. CIVIL	213.08	1,181.85	1,394.93
7. ERECTION	15.83	300.05	315.88
8. BUILDING (PLANT & OTHERS)	348.06	1,877.68	2,225.74
9. BUILDING (OFFICE)	18.32	98.82	117.14
10. OTHERS	396.43	7.39	403.82
11. ENGINEERING FEE	460.39	88.03	548.42
12. CONSTRUCTION EXPENSES		261.48	261.48
13. PHYSICAL CONTINGENCIES	187.53	310.81	498.34
TOTAL	6,438.46	4,750.95	11,189.41

Table 4-4 Implementation Project System for P.T. B.B.I. Wahana Unit

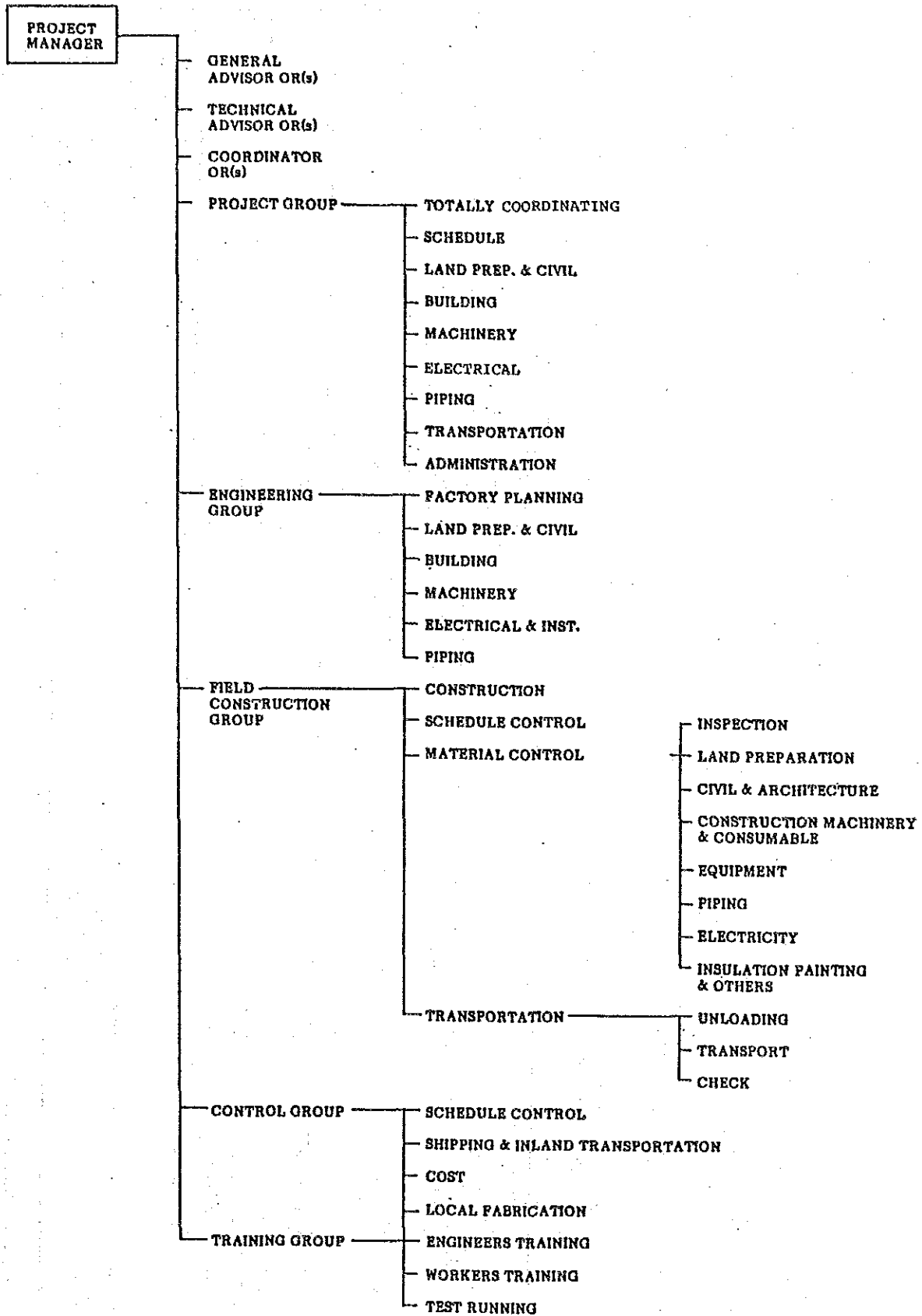


Table 4-5 Training Plan of Worker

STEP	LATHE MACHINE	MILLING MACHINE	GAS CUTTING	SHIELDED METAL ARC WELDING	GAS-SHIELDED TUNGSTEN ARC WELDING
1	INTRODUCTION *	INTRODUCTION *	INTRODUCTION *	INTRODUCTION *	INTRODUCTION *
2	CYLINDRICAL MACHINING *	PLANE MILLING *	MANUAL CUTTING *	BEADS ON PLATE *	BEADS ON PLATE *
3	MACHINING OF SHOULDER SHAFT *	MILLING TO HEXAGONAL PIECES *	STRAIGHT LINE CUTTING *	FILLET WELDING *	SINGLE VEE-GROOVE BUTT WELDING *
4	MACHINING OF CURVED SURFACE *	MARKING *	BEVELLING *	SINGLE VEE-GROOVE BUTT WELDING (9 mm) *	BUTT WELDING OF PIPE *
5	BORING *	SIDE AND END MILLING *	CIRCLE CUTTING *	SINGLE VEE-GROOVE BUTT WELDING (25 mm) *	TEST
6	MACHINING OF TAPER *	SLOT MILLING *	GAS CUTTING TEST *	APPLICATION (MIXED TRAINING OF FILLET AND BUTT WELDING) *	
7	THREADING *	CIRCULAR MILLING *		BUTT WELDING OF PIPE *	
8	FABRICATING COMPULSORY PARTS IN QUALIFICATION TEST	DOVETAIL MILLING		TEST *	
9		DIVIDING			
10		FABRICATING COMPULSORY PARTS IN QUALIFICATION TEST			

*: INCLUDED LECTURE (BASIC THEORY)

TABLE 4-6 Description of Investment Cost for Detail Design, Supervising and Training fee for B.B.I WAHANA Unit: 1,000,000 YEN

Description of Detail Design, Supervising & Training fee	Cost Estimation of Detail Design	Cost Estimation of Supervision and Training fee	Estimated Interval
Project Engineering	Review of F/S, preparation of implementation program, supervision of construction schedule and general consultation to the implementation of the project. F=141.82 D= 7.39 Item 10 of Table 4-3		
Land preparation	Lay-out planning and designing, preparation of specification both for working and supervision. F= 1.09 D= 0.12 Item 3 of Table 4-3	F= 69.13 D= -	
Civil works	Designing, Preparation of specification for foundation plan of building, machinery, facilities and supervision F= 16.95 D= 1.88 Item 6 of Table 4-3	Item 11 of Table 4-3	
Building works	Designing, Preparation of specification for procurement of building materials, site fabrication and supervision. F= 52.19 D= 5.80 Items 8,9 of Table 4-3	F=133.45 D= - Item 11 of Table 4-3	Refer to Table 3-2 of Construction schedule
Machinery equipment and facilities	Lay-out planning and designing of above mentioned equipment, preparation of specification both for procurement of machinery, equipment, parts and tools, facilities and supervision. F=248.00 D= - Item 10 of Table 4-3	F= 98.73 D= 46.98 Item 11 of Table 4-3	
Electricities	Lay-out planning and designing of above mentioned equipment, preparation of specification both for procurement of electricities and supervision. F= 26.88 D= - Item 2 of Table 4-3	F=126.81 D= 41.05 Item 11 of Table 4-3	
Piping works	Designing, Preparation of specification for procurement and supervision. F= 1.22 D= - Item 10 of Table 4-3	F= 7.72 D= - Item 11 of Table 4-3	
Training for bestrun	Supervision for machine operators at machinery erecting intervals type of machinery for supervision listed in item.	F= 22.55 D= - Item 11 of Table 4-3	

Table 4-7 Equipment Planning Bases (WAHANA)

NO.	MACHINE NAME	SELECTION BASE	PRODUCT	LOADING FACTOR (%)
1.1	HEAVY DUTY UNIVERSAL LATHE MACHINE	TO MACHINE SMALL PARTS, NOZZLES AND FLANGES	FERTILIZER & PETROCHEMICAL PLANT	90
1.2	HEAVY DUTY FACING LATHE MACHINE	TO FACE LARGE CYLINDRICAL SHELLS	DITTO	73
1.3	VERTICAL BORING & TURNING MILL MACHINE	TO MACHINE NOZZLES, FLANGES AND END PLATES OF MEDIUM AND LARGE PRODUCTS	HEAT EXCHANGER, FERTILIZER & PETRO-CHEMICAL PLANT	80
1.4	HEAVY DUTY RADIAL DRILLING MACHINE	TO DRILL TUBE SHEETS, ETC.	DITTO	93
1.7	C.N.C. DRILLING CENTER MACHINE	TO SECURE DIMENSIONAL ACCURACIES OF PRODUCTS	HEAT EXCHANGER	91
1.9	HORIZONTAL BORING & MILLING MACHINE	TO BORE VARIOUS PARTS	HEAT EXCHANGER, FERTILIZER & PETRO-CHEMICAL PLANT	86
1.10	UNIVERSAL MILLING MACHINE	TO MILL VARIOUS PARTS	DITTO	67
1.11	PLANING MACHINE	TO PLANE VARIOUS PARTS	DITTO	89
1.23	HORIZONTAL CYLINDRICAL SHELL STRAIGHTENING MACHINE	TO STRAIGHTEN CYLINDRICAL SHELLS AFTER LONGITUDINAL WELDING	DITTO & ALSO PULP & PAPER PLANT	82
1.24	HEAVY DUTY HEAD FLANGING MACHINE	TO FORM HEADS	DITTO	90
1.25	HEAVY DUTY HYDRAULIC PRESS MACHINE	TO DISH HEADS AND TO FORM THICK PLATES	DITTO	88
1.26	MECHANICAL PLATE BEND ROLLING MACHINE	TO FORM SHELL PLATES	DITTO	84
1.44	COPIER GAS CUTTING MACHINE	TO PRODUCE LARGE QUANTITIES OF SMALL PARTS	DITTO	72
3.1	PORTABLE COBALT UNIT AND PORTABLE IRIIDIUM UNIT	TO DETECT INTERNAL DEFECTS IN THICK-WALL WELDS	FERTILIZER & PETROCHEMICAL PLANT	-
3.3	COMPLETE SET PORTABLE MAGNETIC PARTICLE INSPECTION EQUIPMENT	TO DETECT SURFACE DEFECTS IN RAW MATERIALS AND WELDS	HEAT EXCHANGER, FERTILIZER & PETRO-CHEMICAL PLANT	-
3.4	PORTABLE ULTRASONIC TESTING UNIT	TO DETECT INTERNAL DEFECTS IN RAW MATERIALS AND WELDS	FERTILIZER & PETROCHEMICAL PLANT	-
3.5	RADIOGRAPHIC X-RAY TESTING UNIT	TO DETECT DEFECTS IN WELDS	HEAT EXCHANGER, FERTILIZER & PETRO-CHEMICAL PLANT	-
3.6	HIGH PRESSURE WATER PUMP	TO MAKE HYDROSTATIC TEST OF PRESSURE VESSELS	DITTO	-
3.8	UNIVERSAL TESTING MACHINE	TO CONDUCT MECHANICAL TEST FOR GUARANTEE OF PRODUCTS	DITTO	-
4.1	BOGIE HEARTH FURNACE	FOR HOT FORMING OR POSTWELD HEAT TREATMENT	DITTO	-
4.2	SHOT GRIT COMPARTMENT UNIT	FOR SURFACE TREATMENT OF PRODUCTS	DITTO & ALSO PULP & PAPER UNIT	-
4.7	ACID CLEANING EQUIPMENT	TO CLEAN RAW MATERIALS, PARTS AND COMPLETED PRODUCTS	DITTO	-

Table S-1 Training Plan

Purpose	(1) Level up of Quality Assurance (2) Level up of working skill and skill transfer					
Training System	On the Job Training			Off the Job Training		
Trainer	SUPERVISOR	FOREMAN	SUPERVISOR	FOREMAN	INSTRUCTOR	
Supplier	(1) Machine Supplier (2) Technical Licensor	Company's Own System	(1) Machine Supplier (2) Technical Licensor	Company's Own System	Consulting Company	
Training Material	Supplied Equipment	Working Equipment	Paper	Paper	Paper	
Manuals	Operation Manual Instruction Manual Their Own Skill	Their Own Skill Production drawing Operation Specification	Operation Manual Instruction Manual Production drawing	Their Own Skill QC Manual	—	
Training Schedule	Day by Day			2 - 3 weeks/year & step by step		
Worker	Inspector, Machinist, Fabricator, welder Assembler, Electrician, Maintenance worker, and so on					
Results	Production: up	Quality: up	Moral: up		

Table 5-2 New Organization and Personnel for P.T. B.B.I Wahana Unit

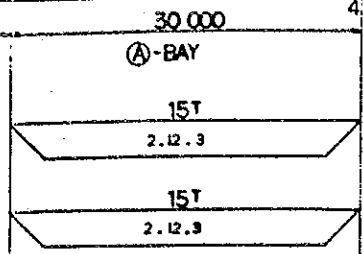
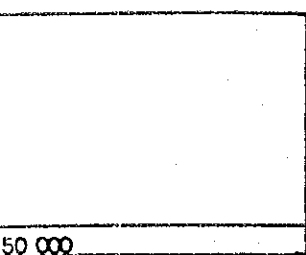
ORGANIZATION		TOTAL PERSONNEL	SECTION MANAGER	ENGINEER S/N & OFFICER	DIRECT WORKER	INDIRECT WORKER
GENERAL AFFAIR DEPARTMENT	PERSONNEL & GENERAL AFFAIR SECTION	43	2	26		15
	FINANCE SECTION					
COMMERCIAL DEPARTMENT	SALES & PRICE CALCULATION SECTION	27	2	22		3
	PURCHASE & DELIVERY SECTION					
QUALITY CONTROL DEPARTMENT		16		4	12	
PLANNING & PRODUCTION CONTROL DEPARTMENT	DESIGNING SECTION		1	12		
	PLANNING & PRODUCTION CONTROL SECTION	68	1	22		
	PRODUCTION TECHNOLOGY SECTION		1	8		
	MAINTENANCE SECTION		1	2		20
PRODUCTION DEPARTMENT	WORK PROGRAM & MACHINING SECTION		1	7	26	25
	PREPARATION SECTION		1	3	57	
	PLATE WORK I SECTION	372	1	3	119	
	PLATE WORK II SECTION		1	3	118	
	ERECTION SECTION		1	6		
TOTAL		526	13	118	332	63

MACHINE NO. AND MACHINE NAME LIST OF FIG. 3-1 LAYOUT PLAN (WAHANA)

NO.	MACHINE NAME	NO.	MACHINE NAME
1.1	HEAVY DUTY UNIVERSAL LATHE MACHINE	1.43	SURFACE PLATE FOR MARKING
1.2	HEAVY DUTY FACING LATHE MACHINE	1.44	COPIER GAS CUTTING MACHINE
1.3	VERTICAL BORING & TURNING MILL MACHINE	1.61	WELDING POSITIONER
1.4	HEAVY DUTY RADIAL DRILLING MACHINE	1.62	TURNING TABLE FOR GAS CUTTING
1.5	VERTICAL DRILLING MACHINE PILLAR TYPE	1.63	BOOM TYPE WELDING MACHINE
1.7	C.N.C. DRILLING CENTER MACHINE	2.1	BAY TRANSFER CAR
1.8	PORTABLE UNIVERSAL RADIAL DRILLING MACHINE WITH SWIVEL RAM AND HEAD	2.5	30 TONS HYDRAULIC TELESCOPIC TRUCK CRANE
1.9	HORIZONTAL BORING & MILLING MACHINE	2.9	OVERHEAD TRAVELLING CRANE 8 TONS
1.10	UNIVERSAL MILLING MACHINE	2.10	OVERHEAD TRAVELLING CRANE 10 TONS
1.11	PLANNING MACHINE	2.12	OVERHEAD TRAVELLING CRANE 15 TONS
1.12	HEAVY DUTY HYDRAULIC HACKSAW MACHINE	2.13	OVERHEAD TRAVELLING CRANE 15/5 TONS
1.13	HEAVY DUTY HYDRAULIC CIRCULAR SAW MACHINE	2.14	OVERHEAD TRAVELLING CRANE 20 TONS
1.14	UNIVERSAL TOOL & CUTTER GRINDING	2.17	OVERHEAD TRAVELLING CRANE 30/5 TONS
1.15	SEMI-AUTOMATIC GRINDER FOR SHARPENING TWIST DRILL & CORE DRILL	2.19	GANTRY CRANE 5 TONS
1.16	AUTOMATIC SHAPENING FOR METAL CUTTING CIRCULAR SAW	2.20	GANTRY CRANE 15 TONS
1.17	PEDESTAL GRINDING MACHINE (DOUBLE GRINDING WHEELS)	2.22	GANTRY CRANE 30/5 TONS
1.19	HEAVY DUTY HYDRAULIC PRESS MACHINE	2.39	PAIR OF DRUM ROTATOR WITH DRIVE MOTOR AND IDLER ROTATOR
1.21	HYDRAULIC PRESS BRAKE MACHINE	2.40	PAIR OF IDLER DRUM ROTATOR WITHOUT DRIVE MOTOR
1.22	HORIZONTAL PROFILE STRAIGHTENING MACHINE	2.41	YOKE OR CHAIN PIPE VISE WITH TRIPOD STAND
1.23	HORIZONTAL CYLINDRICAL SHELL STRAIGHTENING MACHINE	3.1	PORTABLE COBALT UNIT AND PORTABLE IRIIDIUM UNIT
1.24	HEAVY DUTY HEAD FLANGING MACHINE	3.3	COMPLETE SET PORTABLE MAGNETIC PARTICLE INSPECTION EQUIPMENT
1.25	HEAVY DUTY HYDRAULIC PRESS MACHINE	3.4	PORTABLE ULTRASONIC TESTING UNIT
1.26	MECHANICAL PLATE BEND ROLLING MACHINE	3.5	RADIOGRAPHIC X-RAY TESTING UNIT
1.27	HEAVY DUTY HYDRAULIC PIPE BENDING MACHINE	3.8	UNIVERSAL TESTING MACHINE
1.28	HYDRAULIC BENDING MACHINE	4.1	BOGIE HEARTH FURNACE
1.29	MECHANICAL PLATE SHEARING MACHINE	4.3	SAND BLASTING MACHINE
1.30	MECHANICAL UNIVERSAL STEEL WORKER MACHINE	4.7	ACID CLEANING EQUIPMENT
1.32	PUNCHING MACHINE		
1.34	MECHANICAL PLATE FORMING MACHINE		
1.36	UNIVERSAL FILLING AND BAND SAW MACHINE		
1.38	PIPE BEVELLING/EDGING MACHINE		
1.39	AIR COMPRESSOR		

258 000
38 x @ 6 000 = 228 000

30 000
4 000 9 000 3 000 12 000



STEEL STRUCTURE ASSEMBLY

PRE-FABRICATION PIPING WORKS

CUTTING PLAN ROOM

GENERAL PLATE WORKS ASSEMBLY

PARTS STORAGE ROOM

TOOL ROOM

RADIOGRAPHIC EXAMINATION ROOM

PREPARATION

RAW MATERIAL STORAGE YARD

HEAT EXCHANGER ASSEMBLY

UNIT CYLINDER WORKS

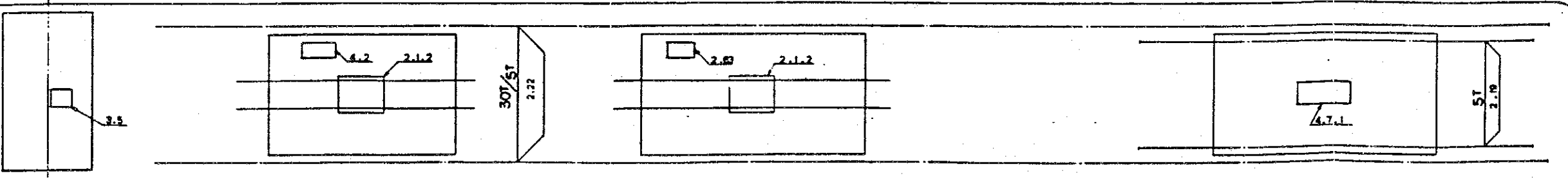
15T

HEAVY PLATE WORKS ASSEMBLY

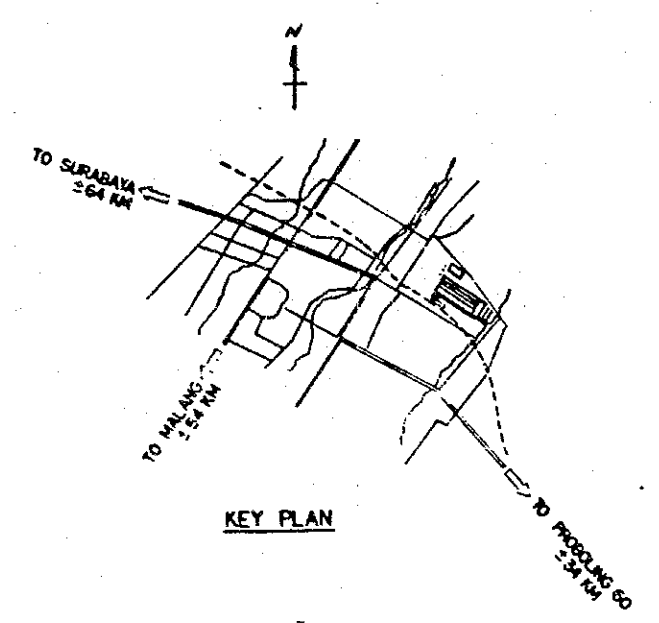
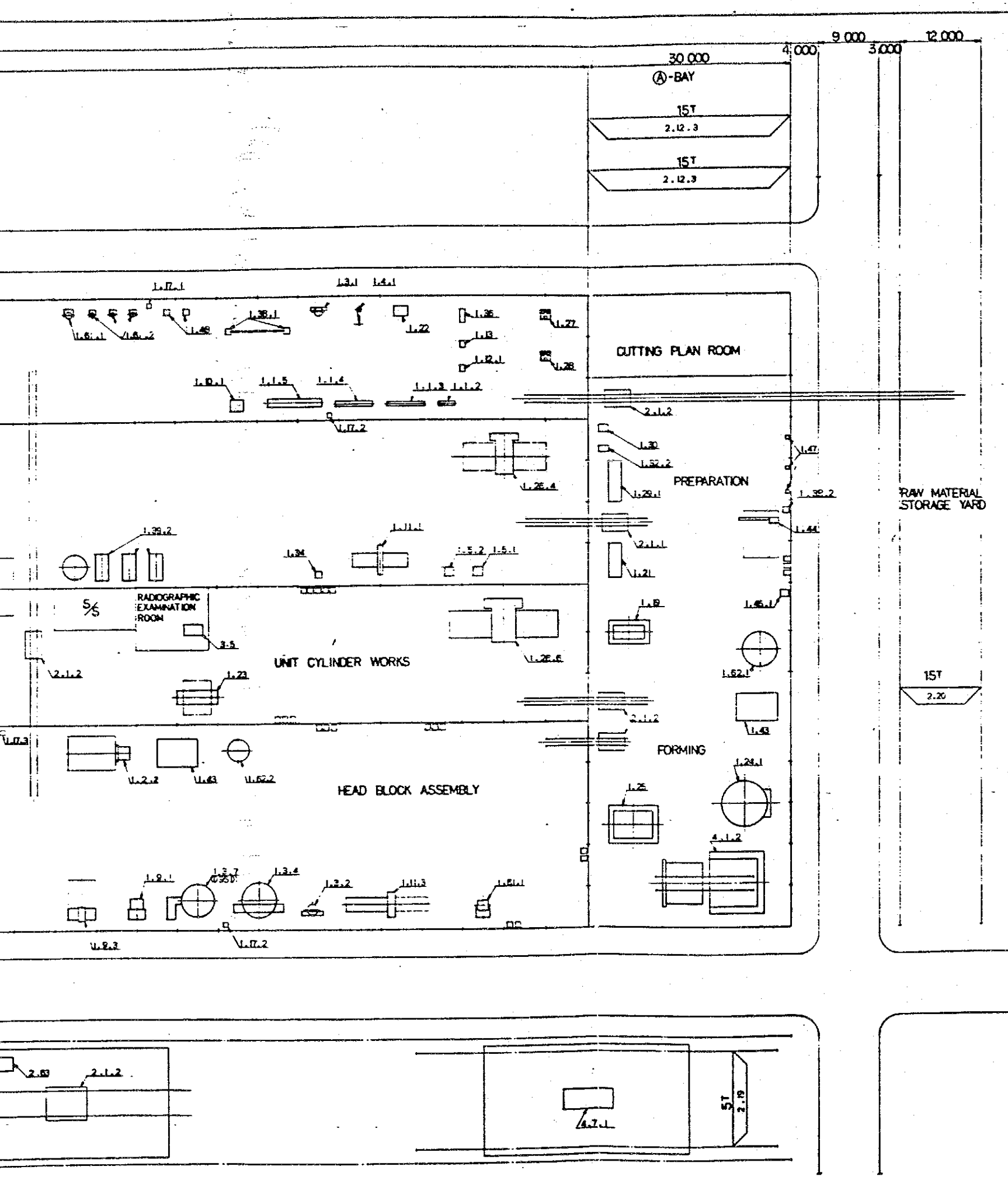
HEAD BLOCK ASSEMBLY

FORMING

NO.	DESCRIPTION
1.1	HEAVY
1.2	HEAVY
1.3	VERY
1.4	HEAVY
1.5	VERY
1.7	C.H.C.
1.8	PORT
1.9	WIRE
1.10	HEAVY
1.11	FLAME
1.12	HEAVY
1.13	HEAVY
1.14	UNIVE
1.15	SENSE
1.16	DRILL
1.17	HYDRA
1.18	HYDRA
1.21	HYDRA
1.22	HYDRA
1.23	HYDRA
1.24	HEAVY
1.25	HEAVY
1.26	HEAVY
1.27	HEAVY
1.28	HYDRA
1.29	HEAVY
1.30	HEAVY
1.32	PURCE
1.34	HEAVY
1.36	UNIVE
1.38	PIPE
1.39	AIR C



TO SURABAYA
264 KM



NO.	MACHINE NAME	NO.	MACHINE NAME
1.1.1	HEAVY DUTY UNIVERSAL LATHE MACHINE	1.4.3	SURFACE PLATE FOR MARKING
1.1.2	HEAVY DUTY FACING LATHE MACHINE	1.4.4	COPIER GAS CUTTING MACHINE
1.1.3	VERTICAL BORING & TURNING MILL MACHINE	1.6.1	WELDING POSITIONER
1.1.4	HEAVY DUTY RADIAL DRILLING MACHINE	1.6.2	TURNING TABLE FOR GAS CUTTING
1.1.5	VERTICAL DRILLING MACHINE PILLAR TYPE	1.6.3	BOOM TYPE WELDING MACHINE
1.1.7	C.N.C. DRILLING CENTER MACHINE	2.1	RAT TRANSFER CAR
1.1.8	PORTABLE UNIVERSAL RADIAL DRILLING MACHINE WITH SWIVEL BAR AND HEAD	2.5	30 TONS HYDRAULIC TELESCOPIC TRUCK CRANE
1.1.9	HORIZONTAL BORING & MILLING MACHINE	2.9	OVERHEAD TRAVELLING CRANE 8 TONS
1.1.10	UNIVERSAL MILLING MACHINE	2.10	OVERHEAD TRAVELLING CRANE 10 TONS
1.1.11	PLANING MACHINE	2.12	OVERHEAD TRAVELLING CRANE 15 TONS
1.1.12	HEAVY DUTY HYDRAULIC RACKMAN MACHINE	2.13	OVERHEAD TRAVELLING CRANE 15/5 TONS
1.1.13	HEAVY DUTY HYDRAULIC CIRCULAR SAW MACHINE	2.14	OVERHEAD TRAVELLING CRANE 20 TONS
1.1.14	UNIVERSAL TOOL & CUTTER GRINDING	2.17	OVERHEAD TRAVELLING CRANE 30/5 TONS
1.1.15	SEMIAUTOMATIC GRINDER FOR SHARPENING TWIST DRILL & COSE DRILL	2.19	GANTRY CRANE 5 TONS
1.1.16	AUTOMATIC SHARPENING FOR METAL CUTTING CIRCULAR SAW	2.20	GANTRY CRANE 15 TONS
1.1.17	FRONTAL GRINDING MACHINE (DOUBLE GRINDING WHEELS)	2.22	GANTRY CRANE 30/5 TONS
1.1.19	HEAVY DUTY HYDRAULIC PRESS MACHINE	2.39	PAIR OF IDLER END ROTATOR WITH DRIVE MOTOR AND IDLER ROTATOR
1.1.21	HYDRAULIC PRESS BRAKE MACHINE	2.40	PAIR OF IDLER END ROTATOR WITHOUT DRIVE MOTOR
1.1.22	HORIZONTAL PROFILE STRAIGHTENING MACHINE	2.41	Yoke OR CHAIN PIPE VISE WITH TRIPOD STAND
1.1.23	HORIZONTAL CYLINDRICAL SHELL STRAIGHTENING MACHINE	3.1	PORTABLE COBALT UNIT AND PORTABLE IRIUM UNIT
1.1.24	HEAVY DUTY HEAD FLANGING MACHINE	3.3	COMPLETE SET PORTABLE MAGNETIC PARTICLE INSPECTION EQUIPMENT
1.1.25	HEAVY DUTY HYDRAULIC PRESS MACHINE	3.4	PORTABLE ULTRASONIC TESTING UNIT
1.1.26	MECHANICAL FLATE ROND ROLLING MACHINE	3.5	RADIOGRAPHIC X-RAY TESTING UNIT
1.1.27	HEAVY DUTY HYDRAULIC PIPE BENDING MACHINE	3.8	UNIVERSAL TESTING MACHINE
1.1.28	HYDRAULIC BENDING MACHINE	4.1	SOXIE HEARTH FURNACE
1.1.29	MECHANICAL FLATE SHEARING MACHINE	4.3	SAND HEATING MACHINE
1.1.30	MECHANICAL UNIVERSAL STEEL WORKER MACHINE	4.7	ACID CLEANING EQUIPMENT
1.1.32	PUNCHING MACHINE		
1.1.34	MECHANICAL FLATE FORMING MACHINE		
1.1.36	UNIVERSAL FILLING AND BAND SAW MACHINE		
1.1.38	PIPE REVELLING/EDGING MACHINE		
1.1.39	AIR COMPRESSOR		

Fig. 3-1 LAYOUT PLAN (WAHANA)

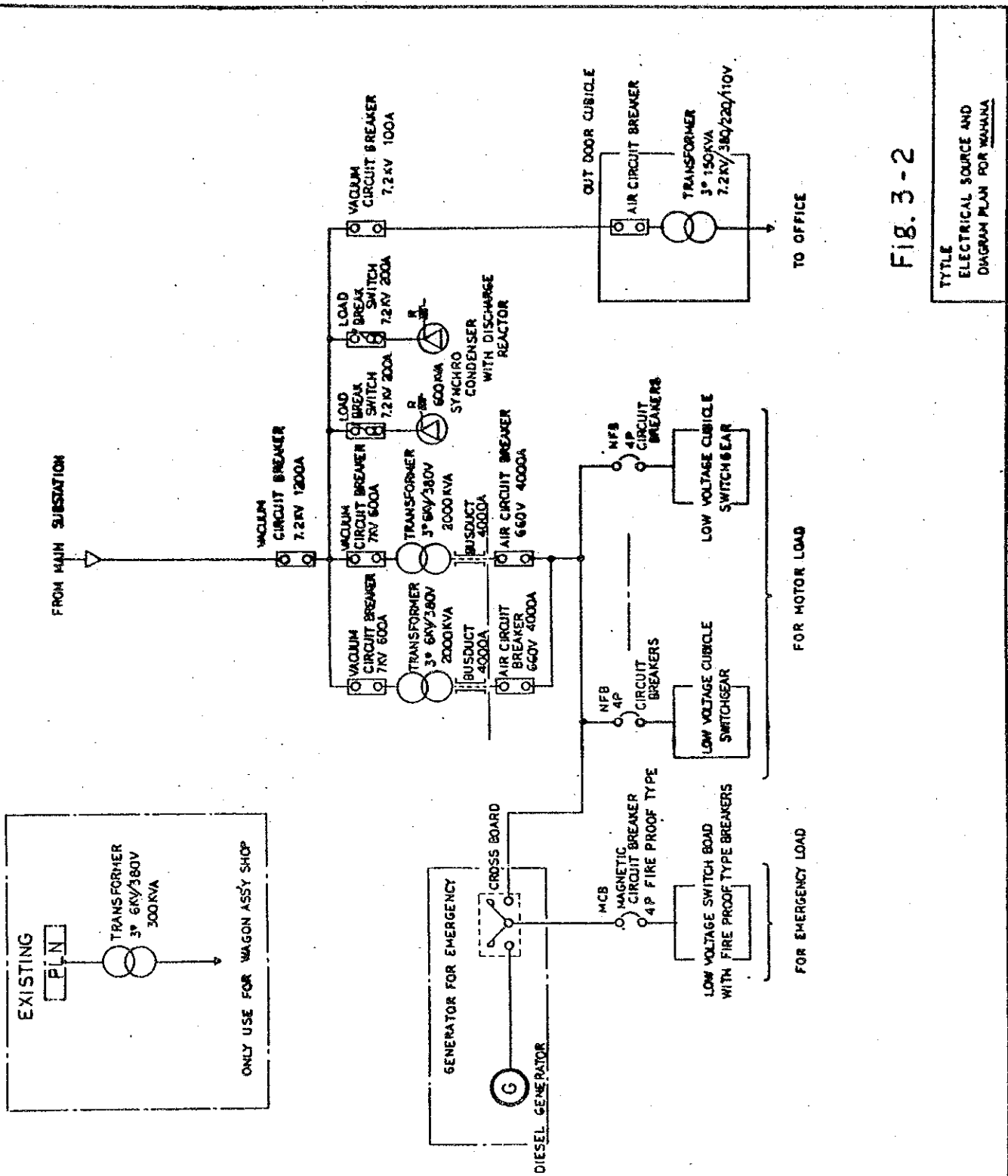
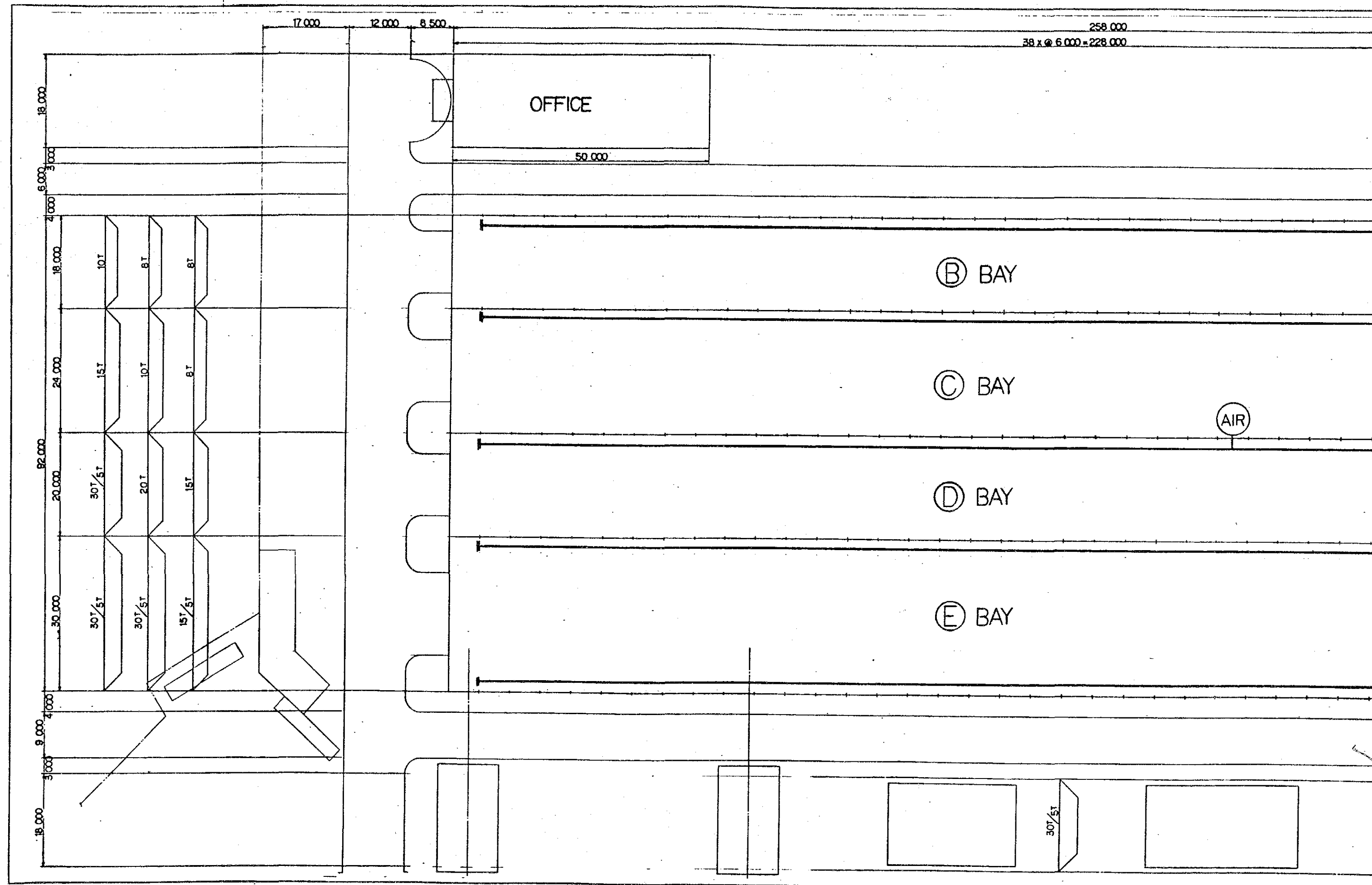


Fig. 3-2

TITLE
ELECTRICAL SOURCE AND
DIAGRAM PLAN FOR WAHANA



258 000
38 x @ 6 000 = 228 000

30 000 4 000 9 000 3 000 12 000

GAS UNIT

15T

15T

(B) BAY

(C) BAY

(AIR)

(A) BAY

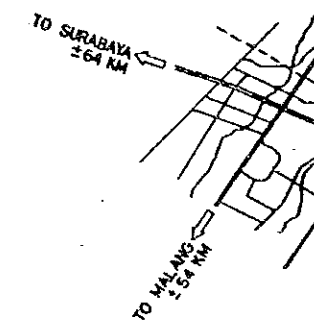
(D) BAY

(E) BAY

15T/ST

30T/ST

5T



KEY PLAN

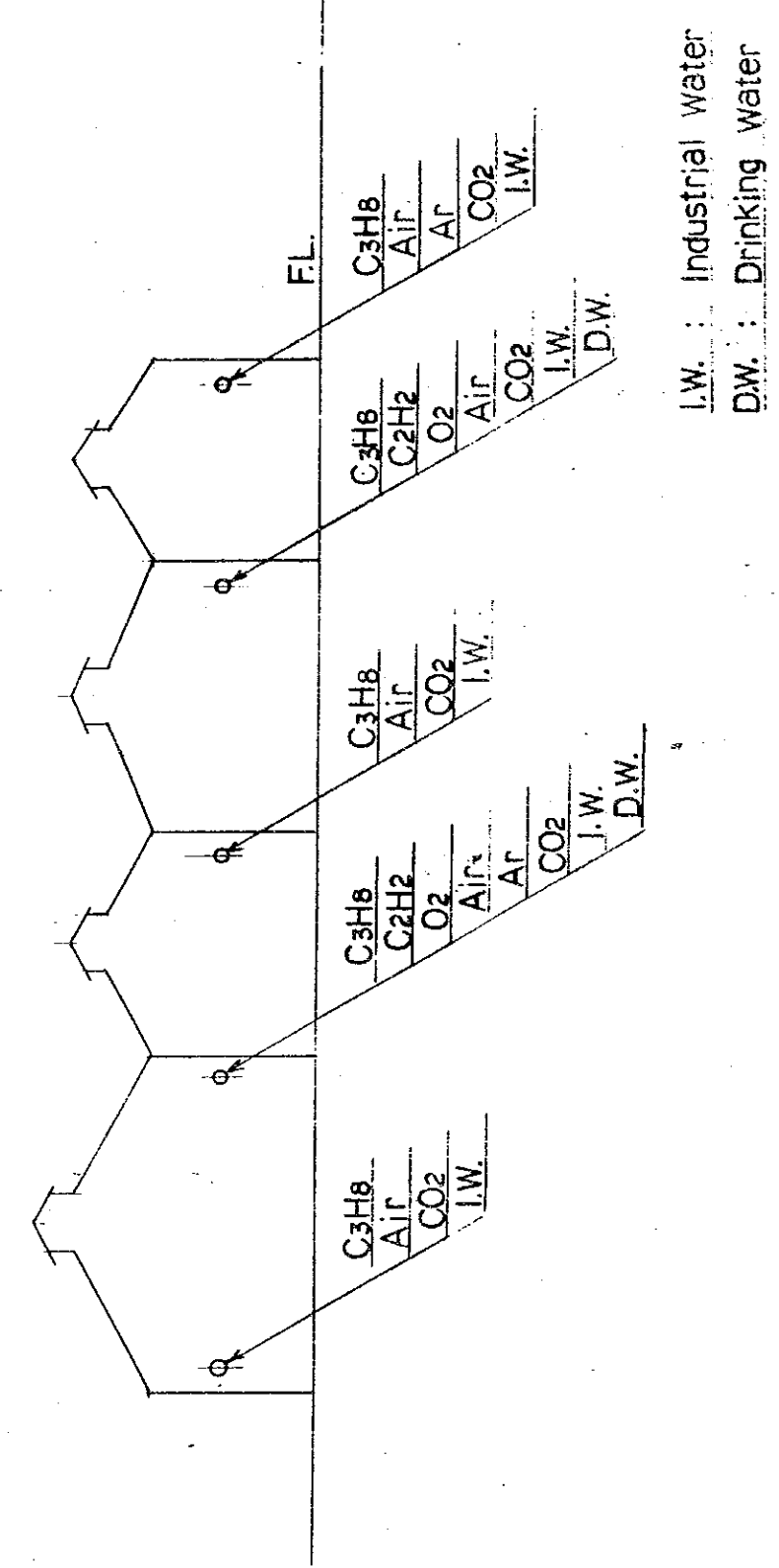
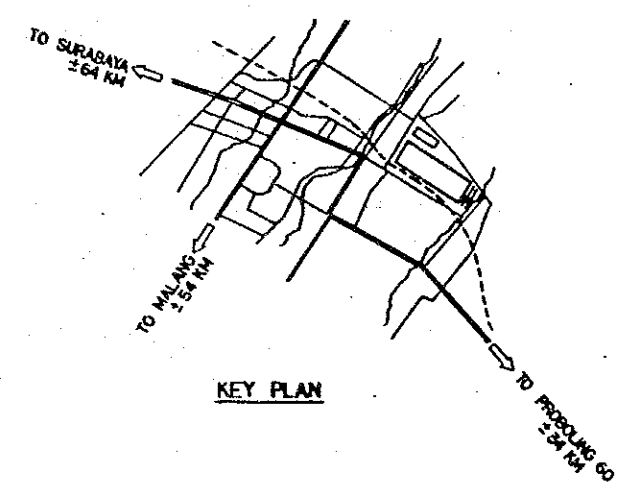
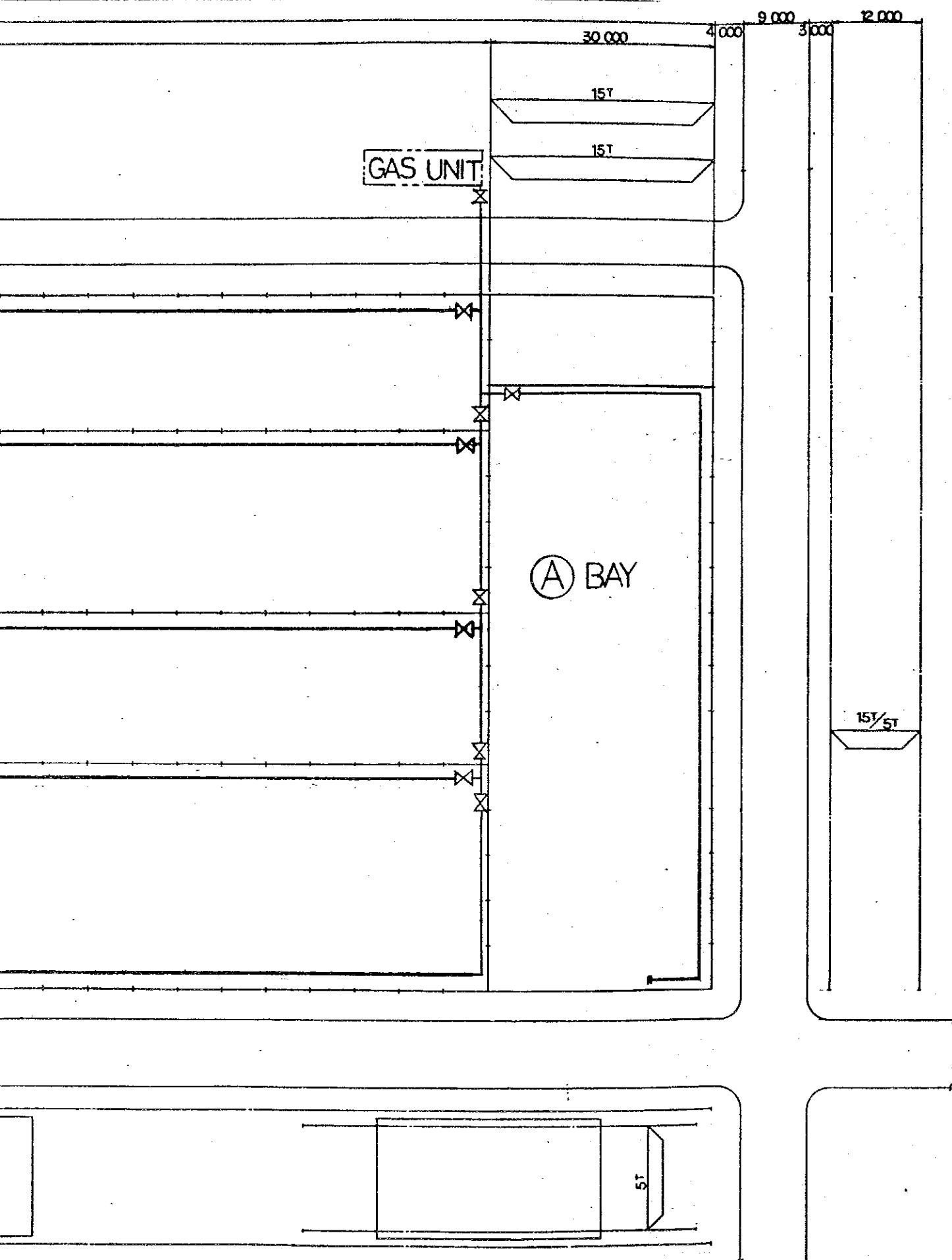


Fig. 3-4 UTILITY PIPING PLAN
(WAHANA)

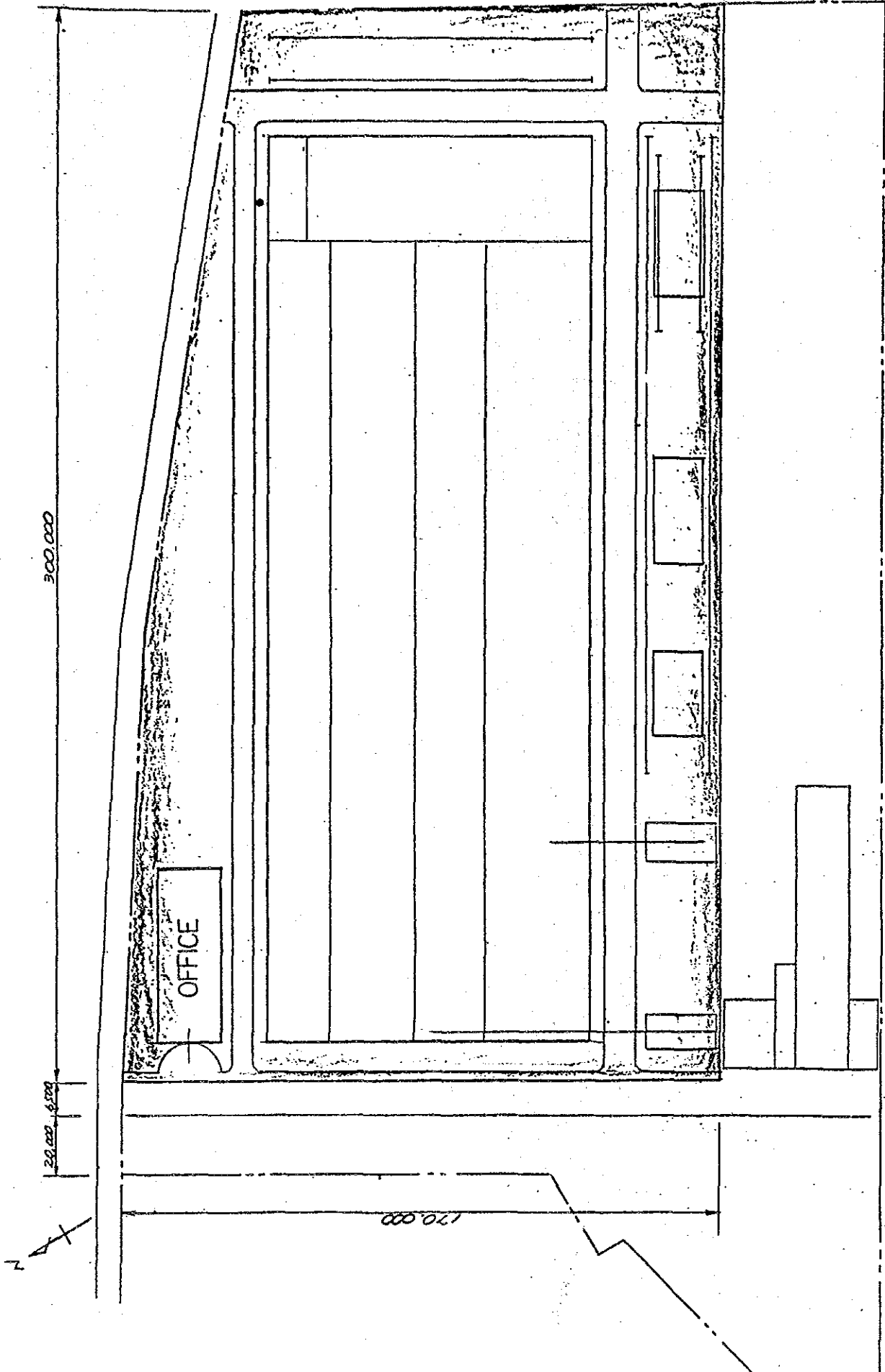


FIG.3-5 LAND PREPARATION PLAN
(WAHANA)

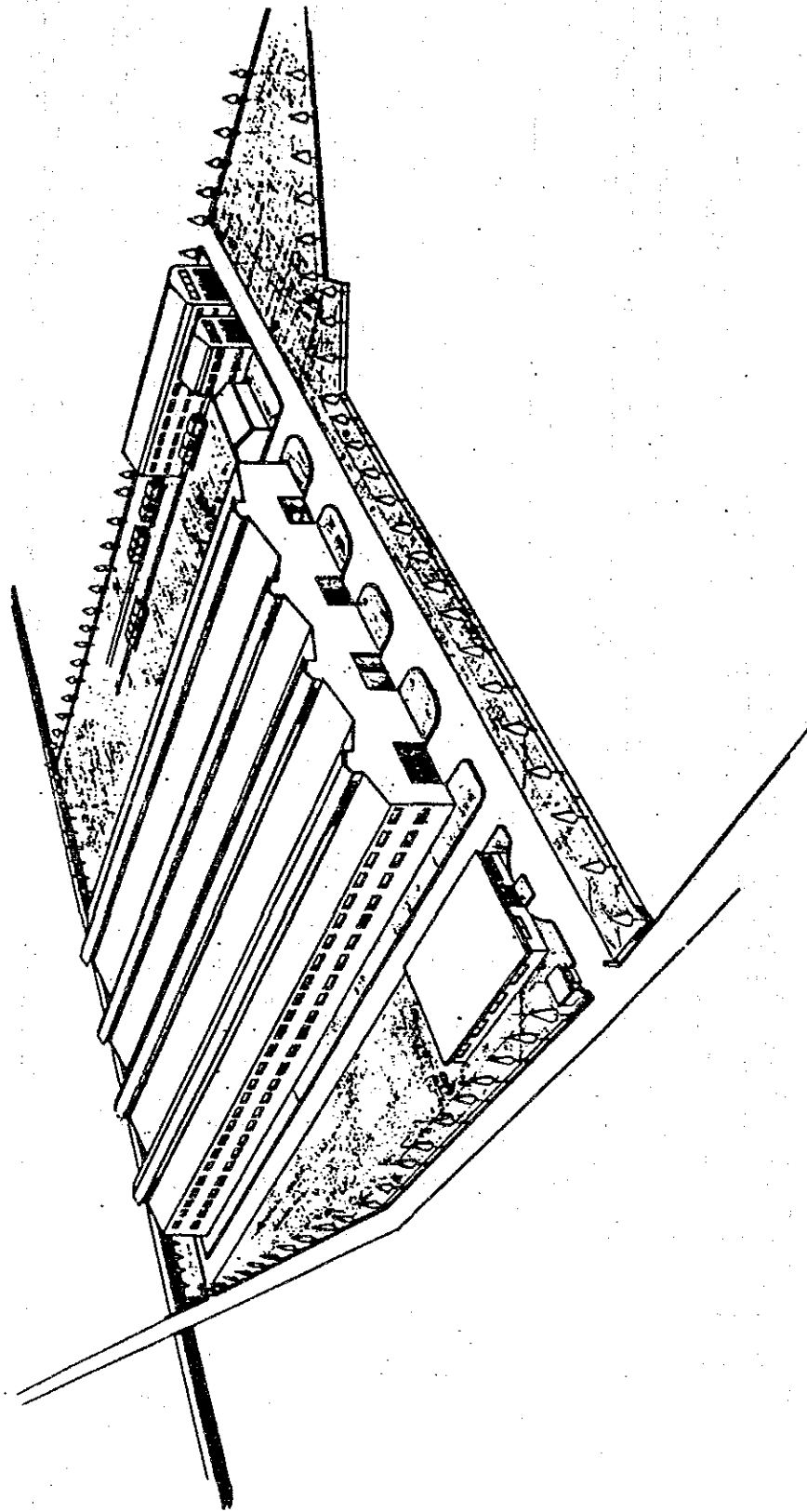


FIG. 3-6 BIRD'S VIEW OF SHOP BUILDING
(WAHANA)

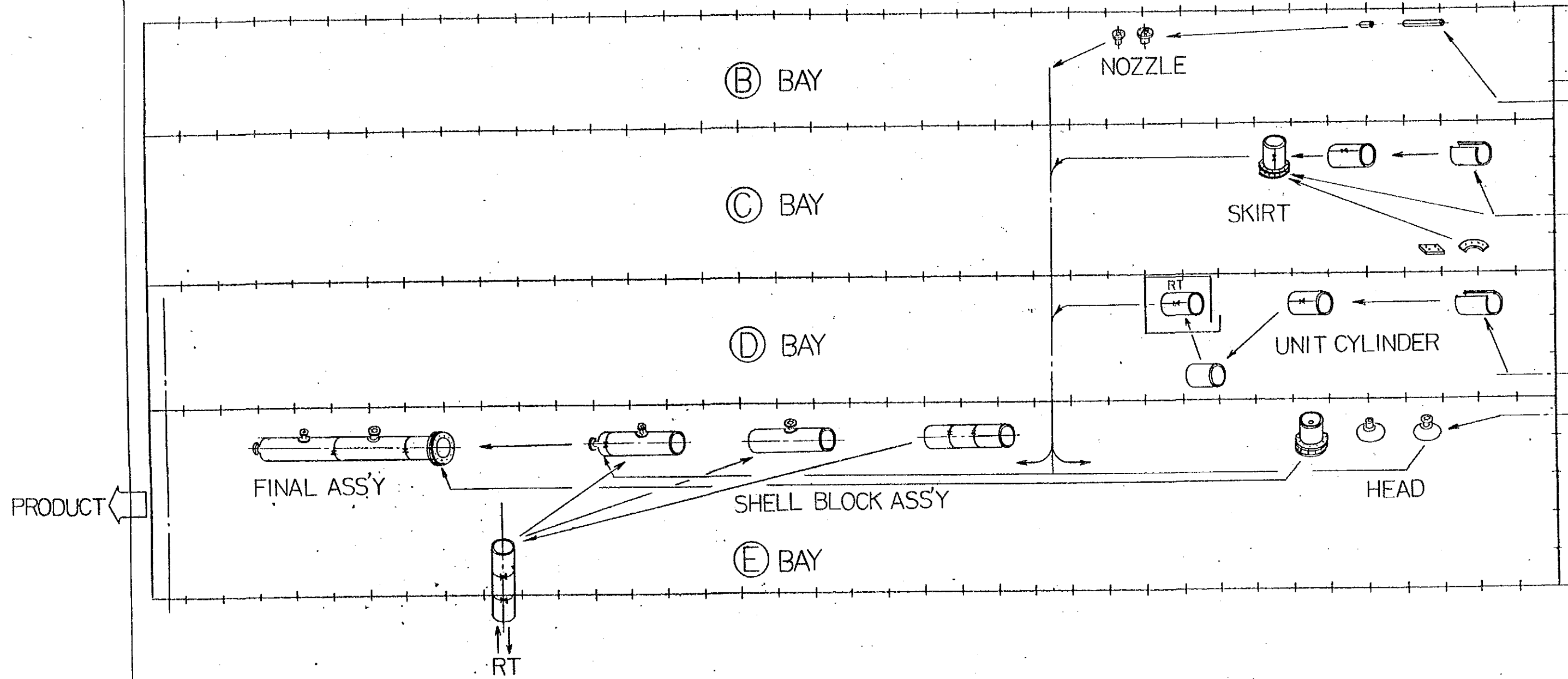


Fig.4-1 M

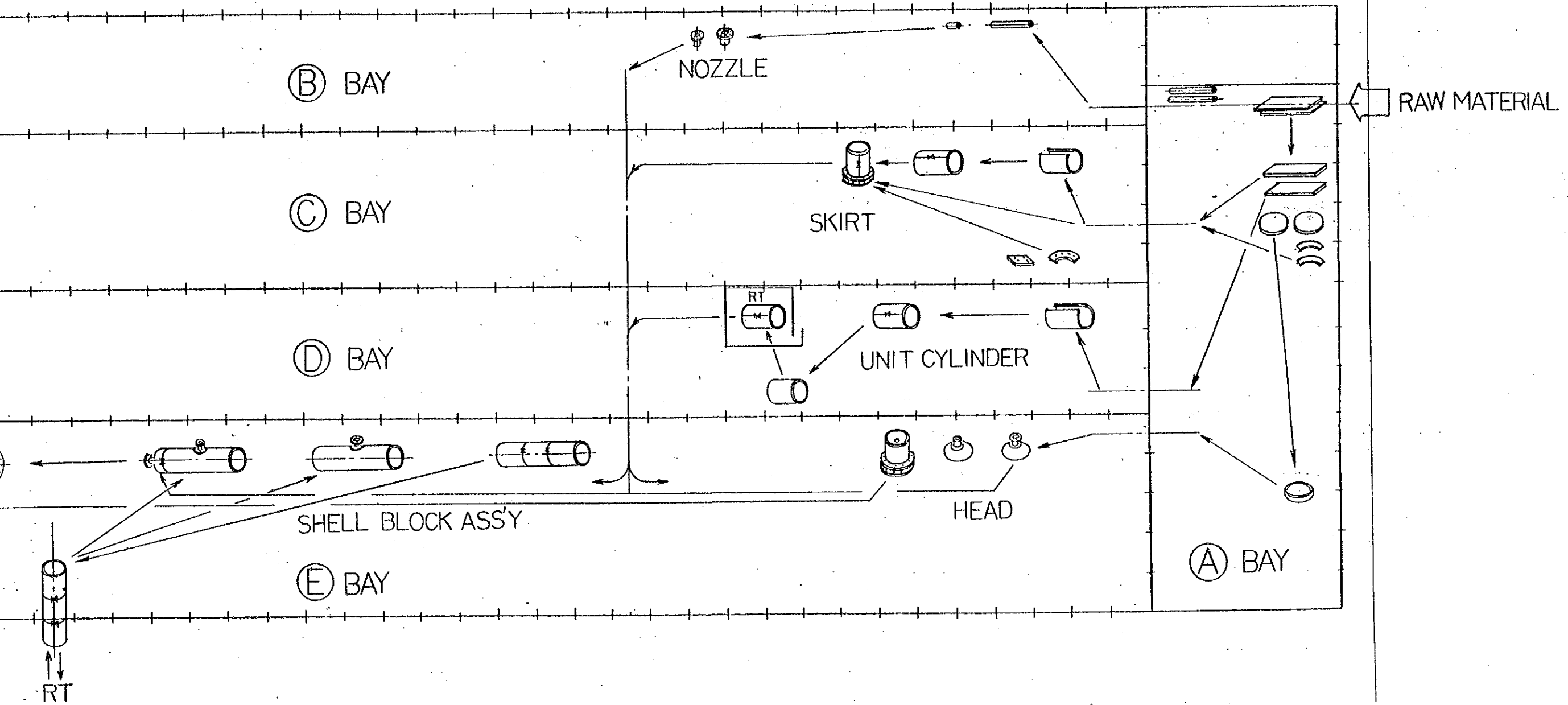
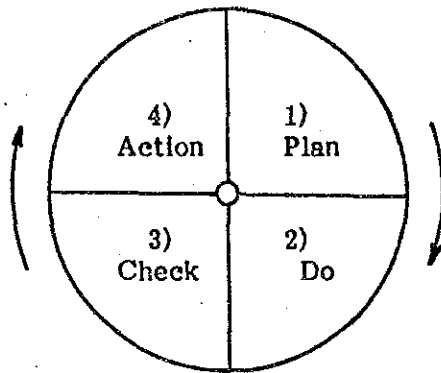


Fig.4-1 MANUFACTURING PROCESS FLOW (TOWER)
(WAHANA)





- (1) Plan a job. (Plan)
- (2) Do the job as planned. (Do)
- (3) Check the job for result done. (Check)
- (4) Based on the result, correct the plan. (Action)

Fig. 5-1 P.D.C.A Managerial Circle.

UNIT: 1,000,000 YEN

Fig. 5-2 TRAINING COST FOR P.T. B.B.I WAHANA UNIT

TRAINING ITEM	YEAR	1985	1986	1987	1988	1989	1990
FOR ENGINEER 1. PRODUCTION CONTROL 2. PRODUCTION TECHNIQUE 3. QUALITY CONTROL						INTO OPERATION 	
					F: 9.48 D: 7.19	F: 56.85 D: 43.15	F: 47.38 D: 35.95
					SUPERVISOR BY  F: 22.55 D: —	SUPERVISOR BY MACHINE SUPPLIER	
FOR WORKER 1. MACHINE WORKER 2. WELDING 3. FORMING 4. INSPECTION, ETC							
				BY COMPANY'S OWN SYSTEM			
TRAINING COST	FOREIGN				32.03	56.85	47.38
	DOMESTIC				7.19	43.15	35.95

P.T. BOMA BISMA INDRA: WAHANA UNITLIST 4-1 NEW AND USABLE EXISTING MACHINE/TOOL LIST

	PAGE
1. MACHINE TOOLS & WELDING MACHINES	2 - 12
2. ASSEMBLY EQUIPMENT & MATERIAL HANDLING	13 - 21
3. QUALITY ASSURANCE & TESTING UNIT	22 - 23
4. AUXILIARY UNIT	24 - 25

() ; - shown usable existing machine Code No.

1. MACHINE TOOLS & WELDING MACHINES		
NO.	TYPE OF MACHINE	QUANTITY
1.1	HEAVY DUTY UNIVERSAL LATHE MACHINE	
1.1.1	Max. turning diameter 290 mm Distance between center 1000 mm	1 For site
1.1.2	Max. turning diameter 350 mm Distance between center 1500 mm	1
1.1.3	Max. turning diameter 450 mm Distance between center 4000 mm	1
1.1.4	Max. turning diameter 550 mm Distance between center 4000 mm	1
1.1.5	Max. turning diameter 1100 mm Distance between center 6000 mm	1
1.2	HEAVY DUTY FACING LATHE MACHINE	
1.2.2	Max. turning diameter 5000 mm Max. work size 5,000 mm ϕ x 10,000 mmL	1
1.3	VERTICAL BORING & TURNING MILL MACHINE	
1.3.1	Max. turning diameter 1000 mm Max. turning height 1000 mm	1
1.3.2	Max. turning diameter 1600 mm Max. turning height 1500 mm	1
1.3.3	Max. turning diameter 2350 mm Max. turning height 2550 mm	1
1.3.4	Max. turning diameter 5000 mm Max. turning height 2000 mm	1

NO.	TYPE OF MACHINE	QUANTITY
1.3.7 (D95D)	Table size 4500 mm Length of arm 3000 mm Range of table speed 0.34 - 8.4 rpm	1
1.4	HEAVY DUTY RADIAL DRILLING MACHINE	
1.4.1	Max. drilling capacity 35 mm ϕ	4 2; For site
1.4.2	Max. drilling capacity 50 mm ϕ	3
1.4.3	Max. drilling capacity 65 mm ϕ	2
1.4.4	Max. drilling capacity 80 mm ϕ	2
1.5	VERTICAL DRILLING MACHINE PILLAR TYPE	
1.5.1	Max. capacity 35 mm ϕ	1
1.5.2	Max. capacity 45 mm ϕ	1
1.7	C.N.C. DRILLING CENTER MACHINE	
	Max. drilling capacity 65 mm ϕ Max. column travel 6000 mm Spindle head travel 3100 mm Arm vertical travel 1000 mm	1
1.8	PORTABLE UNIVERSAL RADIAL DRILLING MACHINE WITH SWIVEL RAM AND HEAD	
	Max., drilling capacity 45 mm ϕ	1
1.9	HORIZONTAL BORING & MILLING MACHINE	
1.9.1	Heavy duty horizontal boring & milling machine - (Table type)	
	Spindle diameter 130 mm Table size 1520 x 1700 mm	1

NO.	TYPE OF MACHINE	QUANTITY
1.9.3	Heavy duty horizontal boring & milling machine- (Floor type) Spindle diameter 130 mm Floor size 4000 x 4000 mm	1
1.10	UNIVERSAL MILLING MACHINE Table size 1800 x 560 mm	1
1.11	PLANING MACHINE	
1.11.1	Heavy duty double column planing machine Table size 4000 x 2000 mm	1
1.11.3	Heavy duty open side planing machine Table size 6000 x 2000 mm	1
1.12	HEAVY DUTY HYDRAULIC HACKSAW MACHINE	
1.12.1	Max. cutting 280 mm ϕ	1
1.13	HEAVY DUTY HYDRAULIC CIRCULAR SAW MACHINE	
1.14	Max. cutting 350 mm ϕ	1
1.14	UNIVERSAL TOOL & CUTTER GRINDING	
1.14.1	Swing 265 mm Distance between workhead and tailstock 910 mm Table size 180 x 1320 mm	1
1.15	SEMI-AUTOMATIC GRINDER FOR SHARPENING TWIST DRILL & CORE DRILL	

NO.	TYPE OF MACHINE	QUANTITY
1.15.1	Range drills diameter 10 - 100 mm Point angle 80 1/4 - 170 1/4	1
1.16	AUTOMATIC SHARPENING FOR METAL CUTTING CIRCULAR SAW	
1.16.1	Max. outside diameter 1600/2000 mm	1
1.17	PEDESTAL GRINDING MACHINE (DOUBLE GRINDING WHEELS)	
1.17.1	Pedestal grinding machine Wheel size 150 x 25 x 51mm	2
1.17.2	Pedestal grinding machine Wheel size 300 x 40 x 76mm	6
1.17.3	Pedestal grinding machine Wheel size 500 x 60 x 127mm	1
1.19	HEAVY DUTY HYDRAULIC PRESS MACHINE	
1.19.1	Power 900 Tons Table area 4800 x 2000 mm Stroke 600 mm Daylight 1,500 mm Example of cold forming capacity 1. 1,000 mmR x 3,000 mmL at plate thickness 35 mm 2. 1,000 mmR x 4,500 mmL at plate thickness 25 mm	1
1.21	HYDRAULIC PRESS BRAKE MACHINE Power press 750 Tons Max. plate width 4000 mm Throat depth 400 mm Daylight 650 mm Stroke 350 mm	1
1.22	HORIZONTAL PROFILE STRAIGHTENING MACHINE Force 200 Tons Throat depth 235 mm Stroke 750 mm Daylight 800 mm Table block size 450 x 1,700 mm	1
1.23	HORIZONTAL CYLINDRICAL SHELL STRAIGHTENING MACHINE Force 800 Tons Daylight 650 mm Stroke 200 mm Max. plate width 4,000 mm	1

1.24	HEAVY DUTY HEAD FLANGING MACHINE		
1.24.1	Max. head diameter (Range of plate thickness : 9 - 30 mm)	5,000 mm	1
	Min. head diameter (Range of plate thickness : 4.5 - 12 mm)	800 mm	
1.25	HEAVY DUTY HYDRAULIC PRESS MACHINE		
	Force	2000 Tons	1
	Table area	6000 x 4000 mm	
	Example of cold forming capacity		
	1. 1,500 mmR x 3,000 mmL at plate thickness	90 mm	
	2. 1,500 mmR x 6,000 mmL at plate thickness	50 mm	
1.26	MECHANICAL PLATE BEND ROLLING MACHINE		
1.26.1	Max. plate thickness bending capacity	12 mm	2.
	Max. plate width	2000 mm	For site
	Min. bending diameter	450 mm	
1.26.4	Max. plate thickness bending capacity	25 mm	1
	Max. plate width	4000 mm	
	Min. bending diameter	700 mm	
1.26.6	Max. plate thickness bending capacity	60 mm	1
	Max. plate width	4000 mm	
	Min. bending diameter	1,000 mm	
1.27	HEAVY DUTY HYDRAULIC PIPE BENDING MACHINE		
	Max. bending capacity of pipe	4 inch ϕ	1
1.28	HYDRAULIC BENDING MACHINE		
	Max. bending for:		
	Pipe ST.37 (diameter x thickness)	216 x 5.8 mm	1
	Square solid bar	110 mm	
	Round bar	120 mm	
1.29	MECHANICAL PLATE SHEARING MACHINE		
1.29.1	Max. plate thickness	16 mm	1
	Plate width	4000 mm	

NO.	TYPE OF MACHINE	QUANTITY
1.36	UNIVERSAL FILING AND BAND SAW MACHINE Stroke of blade of file 0 - 120 mm Table 400 x 400 mm	1
1.38	PIPE BEVELLING/EDGING MACHINE	
1.38.1	Edge cutting machine Cutting length 8000 mm	1
1.38.2	Portable handy electric bevelling machine Max. material thickness 32 mm	1
1.39	AIR COMPRESSOR	
1.39.1	Mobile air compressor with diesel power Max. pressure 10 bar Capacity 20 m ³ /min	1
1.39.2	Static air compressor Max. pressure 8.8 bar Capacity 15 m ³ /min.	3
1.39.3	High pressure air compressor Max. pressure 300 atm Capacity 22 m ³ /hr Motor 11 kW	1
1.41	INDUCTION HEATING EQUIPMENT Welding current 600 Amp Duty cycle 100% at 600 Amp Output voltage 60 - 80 volts	2
1.42	CUTTING TOOLS	1
1.43	SURFACE PLATE FOR MARKING Dimension 4000 x 6000 x 4000 mm Max. load 10 Tons	2

NO.	TYPE OF MACHINE	QUANTITY
1.44	GOPIER GAS CUTTING MACHINE 4 cutting torches Max. plate thickness 150 mm Effective cutting 6000 x 3000 mm	1
1.45	PLASMA CUTTING MACHINE	
1.45.1	Max. cutting thickness alloy steel 70 mm	1
1.45.2 (-)	-	1
1.46	AUTOMATIC GAS CUTTING MACHINE (CIRCULAR) Max. cutting thickness 150 mm Circle cutting range diameter 60 - 2000 mm Cutting speed range 80 - 1000 mm/min	1
1.47	PORTABLE FLAME CUTTING MACHINE Cutting capacity 150 mm	3
1.48	PIPEEND BEVELLING FLAME CUTTING MACHINE Effective pipe diameter 150 - 1000 Pipe thickness 5 - 50 mm	2
1.49	MANUAL FLAME CUTTING Max. cutting thickness 150 mm	15 5 For site
1.50	SEMI-AUTOMATIC GAS METAL ARC WELDING MACHINE	
1.50.1	Max. welding current 600 Amp Max. wire diameter 1.6 mm	10

NO.	TYPE OF MACHINE	QUANTITY
1.57	T.I.G. WELDING MACHINE	
1.57.1	Out put current Duty cycle DC Max. 500 Amp. 60% at 500 Amp.	6
1.58	AUTOMATIC SEAL WELDING MACHINE FOR TUBE END WELDING Tube diameter range Steel tube boiler material and exchanger 20 - 100 mm	2
1.59	DIESEL GENERATOR Continuous output 3 phase alternating current (AC) 250 kVA 380/220 Volt, 50 Hz	2
1.60	CARBON ARC AIR GOUGING MACHINE Rated current Duty cycle Usable carbon diameter DC 600 Amp. 100% 5 - 11 mm	5
1.61	WELDING POSITIONER	
1.61.1	Rotated and tilting table Table size Max. load on table in horizontal position 1500 x 1500 mm 4 Tons	1
1.61.2	Rated and tilting table Table size diameter Max. load on table in horizontal position 500 mm 500 kg	3
1.61.3	Welding positioner Rotated and tilting table Table size diameter Max. load on table in horizontal position 1000 mm 1000 kg	1

NO.	TYPE OF MACHINE	QUANTITY
1.62	TURNING TABLE FOR GAS CUTTING	
1.62.1	Turning table for gas cutting Effective cutting diameter 5000 mm Max. load 15 Tons	1
1.62.2	Turning table for gas cutting Effective cutting diameter 4000 mm Max. load 10 Tons	1
1.63	BOOM TYPE WELDING MACHINE	
1.63.1	Boom type automatic submerged arc welding machine Automatic welding carrier Vertical 4000 mm Horizontal 5000 mm Submerged arc welding machine 1200 Amp. 4.8mm	2
1.63.2	Boom type automatic gas metal arc welding machine Automatic welding carrier Vertical 1000 mm Horizontal 5000 mm Gas metal arc welding machine 500 Amp. 1.6mm	1

2. ASSEMBLY EQUIPMENTS & MATERIAL HANDLING		
NO.	TYPE OF MACHINE	QUANTITY
2.1	BAY TRANSFER CAR	
2.1.1	Capacity 10 Tons	1
2.1.2	Capacity 20 Tons	7
2.2	FORKLIFT TRUCK 3 Tons	1
2.3	FORKLIFT TRUCK 5 Tons	1
2.4	FORKLIFT TRUCK 10 Tons	1
2.5	30 TONS HYDRAULIC TELESCOPIC TRUCK CRANE	1
2.6	HOIST	
2.6.1	Hoist 1 Ton x 6M	10
2.6.2	Hoist 2 Ton x 6M	10
2.7	JIB CRANE 1 TON Lifting height 5 meters	3
2.9	OVERHEAD TRAVELLING CRANE 8 TONS	
2.9.1	Lifting height 11 meters Rail span 18 meters	2
2.9.2	Lifting height 11 meters Rail span 24 meters	1

2.10	OVERHEAD TRAVELLING CRANE 10 TONS		
2.10.1	Lifting height Rail span	11 meters 18 meters	1
2.10.2	Lifting height Rail span	11 meters 24 meters	1
2.12	OVERHEAD TRAVELLING CRANE 15 TONS		
2.12.1	Lifting height Rail span	11 meters 24 meters	1
2.12.2	Lifting height Rail span	12 meters 20 meters	1
2.12.3	Lifting height Rail span	12 meters 30 meters	2
2.13	OVERHEAD TRAVELLING CRANE 15/5 TONS		
2.13.1	Lifting height Rail span	14 meters 30 meters	1
2.14	OVERHEAD TRAVELLING CRANE 20 TONS		
	Lifting height Rail span	12 meters 20 meters	1
2.17	OVERHEAD TRAVELLING CRANE 30/5 TONS		
2.17.1	Lifting height Rail span	12 meters 20 meters	1
2.17.2	Lifting height Rail span	14 meters 30 meters	2

NO.	TYPE OF MACHINE	QUANTITY
2.19	GANTRY CRANE 5 TONS Lifting height 8 meters Rail span 12 meters	1
2.20	GANTRY CRANE 15 TONS Lifting height 10 meters Rail span 12 meters	1
2.22	GANTRY CRANE 30/5 TONS Lifting height 12 meters Rail span 18 meters	1
2.23	PULLERS WITH LOAD LIMITER Pulling capacity Approx. 3000kgs Cable diameter 5/8"	1
2.24	UNIVERSAL THEODOLITE COMPLETE SET	1
2.25	MANUAL SCREW JACK Liftint capacity 10 Tons Stroke 150 mm Collapsed height 280 mm	3
2.26	HAND PUMP HYDRAULIC JACK 10 TONS Stroke 150 mm Closed height 330 mm	3
2.27	HAND PUMP HYDRAULIC JACK 35 TONS Stroke 300 mm Closed height 545 mm	3

NO.	TYPE OF MACHINE	QUANTITY
2.28	HAND PUMP HYDRAULIC JACK 100 TONS Stroke 300 mm Closed height 598 mm	3
2.29	HAND PUMP HYDRAULIC JACK COMPLETE SET 200 TONS Stroke 150 mm Closed height 473 mm	1
2.30	HAND PUMP HYDRAULIC SPREAD CYLINDER SPRING RETURN Lifting capacity 1 Ton Max. stroke <u>+150 mm</u>	3
2.31	HAND PUMP HYDRAULIC SPREAD CYLINDER SPRING RETURN Lifting capacity 3 Tons Max. stroke <u>±250 mm</u>	3
2.32	HAND PUMP HYDRAULIC PIPE BENDER COMPLETE SET Max. pipe to be bend $\phi 1/2''$ up to $\phi 4''$	2
2.33	ELECTRIC WINCH COMPLETE WITH PANEL CONTROL Max. lifting capacity 15 Tons	2
2.34	ELECTRIC WINCH COMPLETE WITH PANEL CONTROL Max. lifting capacity 25 Tons	1

NO.	TYPE OF MACHINE	QUANTITY
2.35	ROPE PULLEY Max. 250 kg	6
2.36	CHAIN BLOCK PULLEY Max. load and lifting capacity 5 tons & 3000 mm	3
2.37	CHAIN BLOCK PULLEY Max. load and lifting capacity 10 tons & 3400 mm	3
2.38	CHAIN BLOCK PULLEY Max. load and lifting capacity 25 tons & 3500 mm	3
2.39	PAIR OF DRUM ROTATOR WITH DRIVE MOTOR AND IDLER ROTATOR Adjustable rotating speed Drum diameter 1000 - 5000 mm	
2.39.1	5 Tons	3
2.39.2	10 Tons	5
2.39.3	20 Tons	5
2.39.4	50 Tons	2
2.40	PAIR OF IDLER DRUM ROTATOR WITHOUT DRIVE MOTOR Max. load 5 Tons Drum diameter 1000 - 3000 mm	3

NO.	TYPE OF MACHINE	QUANTITY
2.41	YOKE OR CHAIN PIPE VISE WITH TRIPOD STAND Max. pipe diameter 100 mm	3
2.42	HEAVY DUTY PORTABLE ANGLE GRINDER Wheel diameter 175 mm Drive motor Approx. 1.5 kW	15
2.43	HEAVY DUTY VERTICAL SANDER Wheel sander 175 mm ϕ Drive motor 1.5 kW	3
2.44	POWER CABLE PULLERS Max. pulling power with drive motor 2 Tons	3
2.45	HAND WINCH (TOTALLY ENCLOSED TYPE) Capacity 1000 kg Length 50 m	3
2.46	CABLE FISH- TAPE BLOWER VACUUM Tube in diameter to be vacuum 19 - 31 mm	3
2.47	CABLE SHEAVE & ROLLER SEVERAL TYPE Max. power of pulley 1 Ton Range diameter of cable to be pulled 2 - 15 m	3

NO.	TYPE OF MACHINE	QUANTITY
2.48	COMPLETE SET CABLE GRIPS (WIRE & CABLE CRIMPING TOOL) Max. safety load 1000 kg Range of strip copper wire cable 5 - 150 mm	3
2.49	COMPACT HYDRAULIC CABLE BENDER Bend capacity 250 up to 1000 MCM	3
2.50	MANUAL TACHET CABLE BENDER Universal bending shoe fits all cable size 500 MCM	3
2.51	MANUAL HYDRAULIC CABLE CUTTER Max. cable diameter to be cut 2"	3
2.52	CABLE STRIPPER Range capacity of cable stripper 6 up to 20 AWG	3
2.53	CABLE STRIPPER Range capacity of cable stripper 4 AWG up to 1000 MCM	4
2.54	PORTABLE HYDRAULIC CABLE CUTTER Max. cable diameter to be cut 100 mm	3

NO.	TYPE OF MACHINE	QUANTITY
2.55	CABLE LUG PRESSURE (CRIMPER MANUAL) Range capacity 1.25 - 8 mm	3
2.56	CABLE LUG PRESSURE (CRIMPER MANUAL) Range capacity 5.5 - 14 mm	3
2.57	CABLE LUG PRESSURE (CRIMPER HYDRAULIC) Range capacity 14 - 150 mm Power 10 Tons	3
2.58	PRECISION CURRENT TRANSFORMER Primary rating 10/15/30/50/100 250/300/500/750 1000A	2
2.59	PRECISION AMPERE METER (AMMETER) Range 100/200/500/ 1000 MA	2
2.60	PRECISION AMMETER (LINE CURRENT TESTER) Full scale value 15/30/75/150/ 300 A	2
2.61	PRECISION VOLT METER Range 30.75/150/300 V	2
2.62	INSULATION TESTER	2

NO.	TYPE OF MACHINE	QUANTITY
2.63	AIRLESS PAINTING SPRAYING UNIT COMPLETE MOBILE TYPE Suitable for high pressure design for heavy viscosity of paint.	2

3. QUALITY ASSURANCE & TESTING UNIT		
NO.	TYPE OF MACHINE	QUANTITY
3.1	PORTABLE COBALT UNIT AND PORTABLE IRIIDIUM UNIT	1
3.2	AUTOMATIC FILM PROCESSING UNIT	1
3.3	COMPLETE SET PORTABLE MAGNETIC PARTICLE INSPECTION EQUIPMENT	2
3.4	PORTABLE ULTRASONIC TESTING UNIT Suitable for weld inspection, corrosion and also crack detection. Complete set with standard accessories.	1
3.5	RADIOGRAPHIC X-RAY TESTING UNIT Complete set with standard accessories.	2
3.6	HIGH PRESSURE WATER PUMP	
3.6.1	With electric motor. For testing the leakage of the pipe or pressure vessel after welding. Max. pressure 40 Atm.	1
3.6.2	With electric motor. For testing the leakage of the pipe or pressure vessel after welding. Max. pressure 400 Atm.	1
3.7	ELECTRO MAGNETIC PAINT THICKNESS TESTER Complete with recommended standard accessories.	1

NO.	TYPE OF MACHINE	QUANTITY
3.8	UNIVERSAL TESTING MACHINE For tensile test, compression test, transverse test and bending test.	1

4. AUXILIARY UNIT			
NO.	TYPE OF MACHINE	QUANTITY	
4.1	BOGIE HEARTH FURNACE		
4.1.1	Effective chamber Working temperature	6000 x 6000 x 18000 mm Max. 750°C	1
4.1.2	Max. charge weight Working temperature Effective chamber	25 Tons Max. 950°C 6000 x 6000 x 3000 mm	1
4.2	SHOT GRIT COMPARTMENT UNIT		1
	Size Complete with dust collector	6000 x 4500 x 1500 mm	
4.3	SAND BLASTING MACHINE		1
	Movable type Tank content Working pressure	140 liters 8 bar	
4.5	WELDING ELECTRODE OVEN		2
4.5.1	Dimension Adjustable temperature range	2000 x 2000 x 1000 mm Max. 100°C	
4.5.2	Capacity	100 kg	2 For site
4.6	SUBMERGED-ARC FLUX DRYING OVEN		4 2 For site

NO.	TYPE OF MACHINE	QUANTITY
4.7	ACID CLEANING EQUIPMENT	
4.7.1	Acid cleaning equipment	1
4.10	SPECIAL EQUIPMENT/JIGS & FIXTURES	1
4.11	MEASURING DEVICES	1

