

出國報告（出國類別：考察）

考察與印尼 Adaro 公司合作開發小水力案

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：李博仁 燃料處 副處長

曹本介 電源開發處 評估課長

許淑敏 電源開發處 水力規劃專員

派赴國家/地區：印尼

出國期間：108 年 1 月 19 日至 1 月 26 日

報告日期：108 年 3 月 19 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：考察與印尼 Adaro 公司合作開發小水力案

頁數 28 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/陳德隆/（02）2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

李博仁/台灣電力公司/燃料處/副處長/(02)2366-6721

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 開會 6 其他

出國期間：108 年 1 月 19 日至 108 年 1 月 26 日

派赴國家/地區：印尼

報告日期：108 年 3 月 19 日

關鍵詞：

Mini Hydro Power Project：小水力發電計畫

Adaro Power：Adaro 電力公司

Adaro Metcoal：Adaro 冶金礦公司

Coal Contract of Works (CCow)：煤礦開採合約

Coal Handling Processing Plant (CHPP)：煤礦處理廠

Engineering Procurement Construction (EPC)：工程統包

內容摘要：

本次出國考察主要目的係勘查印尼 Adaro 公司於加里曼丹礦區 Bumbun 及 Lampunut 兩處場址，評估興建小水力發電廠的可行性，及拜訪當地相關主管機關，尋求後續合作開發或投資的機會。

依據 Adaro 公司提供資料及至現場勘查，初步評估結果：兩處小水力場址均為可行。其中 Bumbun 場址裝置容量約 5.5 MW（可分兩階段開發）；Lampunut 場址裝置容量約 1.5 MW。惟目前所得資料不足，需進行詳細地形測量及水文流量調查後，再進一步規劃分析及可行性研究。

Adaro 公司估計礦區營地及煤礦處理廠用電負載約 7MW，目前以柴油發電機供電，但其燃料及運輸成本過高，若小水力發電能夠替代部分柴油發電，將可大幅節省成本支出。惟該公司無小水力發電開發經驗，希望與本公司協助合作興建。本公司基於國際化發展及配合南向政策，藉由此 Adaro 小水力發電合作案，瞭解印尼能源環境，尋求合作開發模式及未來投資商機。

本文電子檔已傳至公務出國報告資訊網

(<https://report.nat.gov.tw/reportwork>)

目 錄

壹、出國目的	1
貳、出國行程	2
參、考察過程及摘要	3
肆、心得及建議	22
伍、附件	23

壹、出國目的：

Adaro 公司為本公司長期合作之印尼煤商，雙方存有相當友好之合作關係及互信基礎，並因該公司對於本公司發電技術深具信心，去(107)年中曾於國際會議場合主動邀約本公司共同合作，後續於 107 年 11 月 16 日該公司率隊拜訪本公司，提出於印尼加里曼丹採煤場區附近興建兩處小水力發電廠之計畫。

考量本公司與 Adaro 公司合作開發此案，有助提昇本公司水力發電技術與經驗輸出之機會，以及掌握海外能源投資商機。爰配合 Adaro 公司來信邀約，於 108 年 1 月 19 ~ 26 日組團赴印尼現場勘察 Adaro 兩處小水力場址，並藉由此機會一併洽訪印尼公共工程部門等政府機關，瞭解印尼能源投資商機及政經環境等。

貳、出國行程：

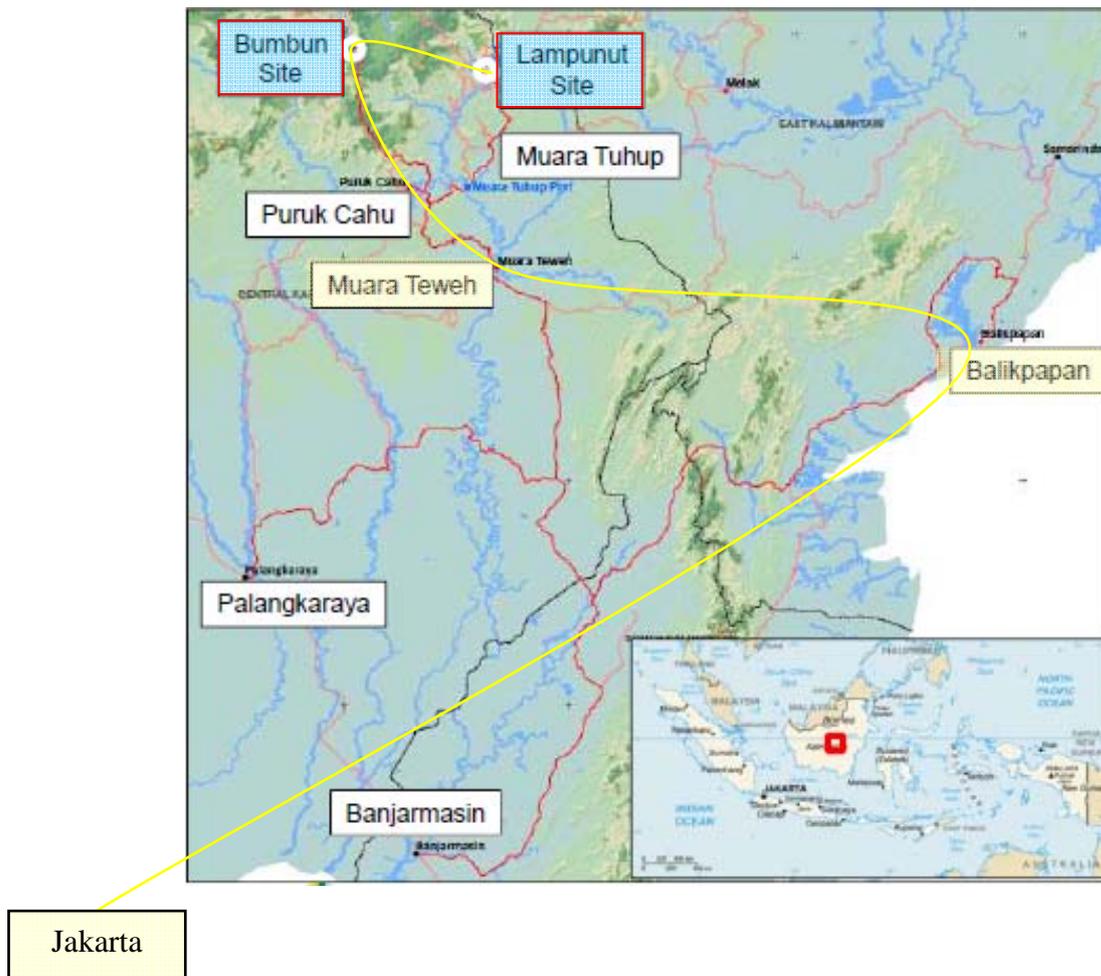
起 訖 日	地點	訪問目的(廠商/設備)
1 月 19 日	桃園→雅加達	往程(台北桃園→雅加達)
1 月 20 日	雅加達→巴厘巴板	行程(雅加達→巴厘巴板)
1 月 21 日	巴厘巴板 →Bumbun →Lampunut	行程(巴厘巴板→穆阿拉特維→Bumbun→Lampunut) 現勘 Bumbun 小水力場址
1 月 22 日	Lampunut → 穆阿拉特維	現勘 Lampunut 小水力場址 行程(Lampunut →穆阿拉特維)
1 月 23 日	穆阿拉特維 →巴厘巴板 →雅加達	行程(穆阿拉特維→巴厘巴板→雅加達)
1 月 24 日	雅加達	與 Adaro Power 會議討論
1 月 25 日	雅加達	拜會印尼當地主管機關
1 月 26 日	雅加達 →桃園	返程(雅加達→台北桃園)

Adaro 礦區的兩處小水力場址，均位於中加里曼丹深山叢林中，雖有道路通達，但為崎嶇不平之泥土路，若搭乘船舶及四驅車輛到達場址，須耗時 8~10 小時，感謝 Adaro 公司安排派遣直昇機，將勘察人員直接載至礦區營地，節省時間及舟車勞頓。

參、考察過程及摘要：

一、Adaro Power 提供小水力計畫場址概述：

Adaro Power 提供初步合作小水力計畫有 Bumbun 及 Lampunut 兩處場址，位於中加里曼丹 Adaro Metcoal 礦區，年平均降雨量約 3,000~4,000mm（優於印尼全國平均降雨量 2,700mm）。

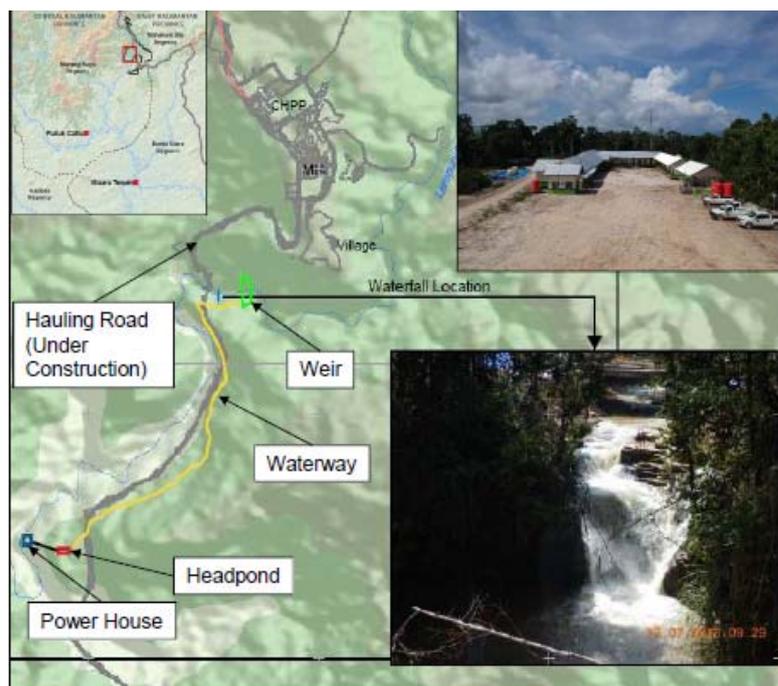


先由雅加達 (Jakarta) 搭乘印尼國內班機至巴厘巴板 (Balikpapan)，搭乘小飛機至穆阿拉特維 (Muara Teweh)，轉乘直昇機到達 Bumbun 及 Lampunut 營區，驅車與步行至小水力場址現勘。

(一) Bumbun 小水力場址：距離營區約 3 公里，集水面積 38.95 平方公里，平均流量 $4.22 \text{ m}^3/\text{s}$ ，水頭高 100 m，初估發電潛能約 3.3 MW。



(二) Lampunut 小水力場址：距離營區約 4 公里，集水面積 59.72 平方公里，平均流量 $6.46 \text{ m}^3/\text{s}$ ，水頭高 50 m，初估發電潛能約 2.5 MW。



二、Bumbun 小水力場址現勘及初步評估結果：

(一)Bumbun 小水力場址現勘：

1 月 21 日中午抵達 Bumbun 營區，搭乘四輪驅動車至 Bumbun 瀑布，由廢棄木棧道步行至預定小水力場址勘查，目測初估當日河川流量約 7 cms，水質清澈，懸浮質少，河床及兩岸多為裸露岩盤，地質狀況佳，據 Adaro Power 人員表示：該瀑布分為兩階，第一階落差約 25 m，第二階落差約 70 m。

後續驅車至下游 Adaro Power 預定右岸電廠位置勘察，該處河道較窄，河床多巨石，右岸較平緩，左岸為陡峭岩壁，地處偏僻原始叢林，距離現有道路遠，須新建施工道路及進行整地。



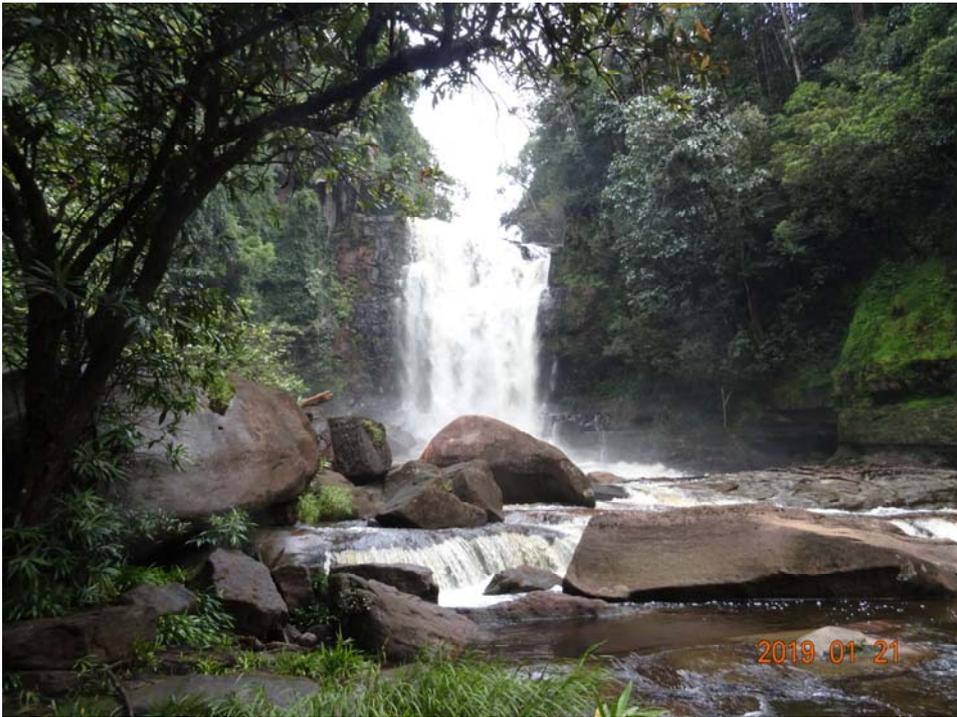
Bumbun 營區空拍圖



四驅車赴 Bumbun 小水力場址



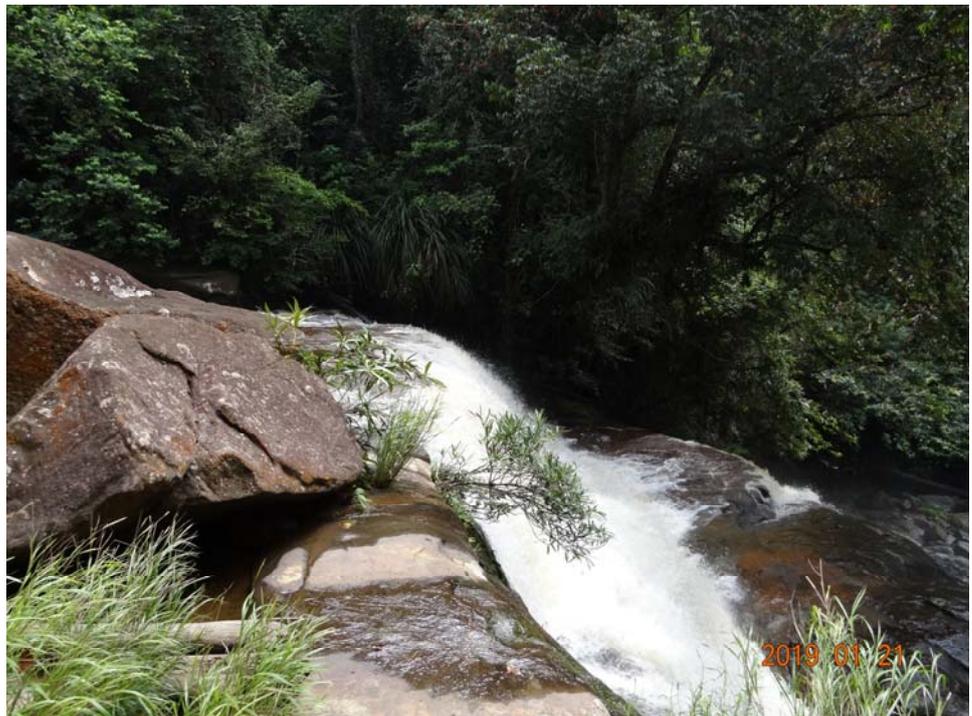
現場勘察



Bumbun 第一階瀑布



Bumbun 第一階及第二階瀑布全景圖



Bumbun 第二階瀑布



規劃 Bumbun 第一電廠預定位置(左邊)



規劃 Bumbun 第二電廠預定位置(左邊)



Bumbun 營區柴油發電機及燃料槽

(二)Bumbun 小水力初步評估：

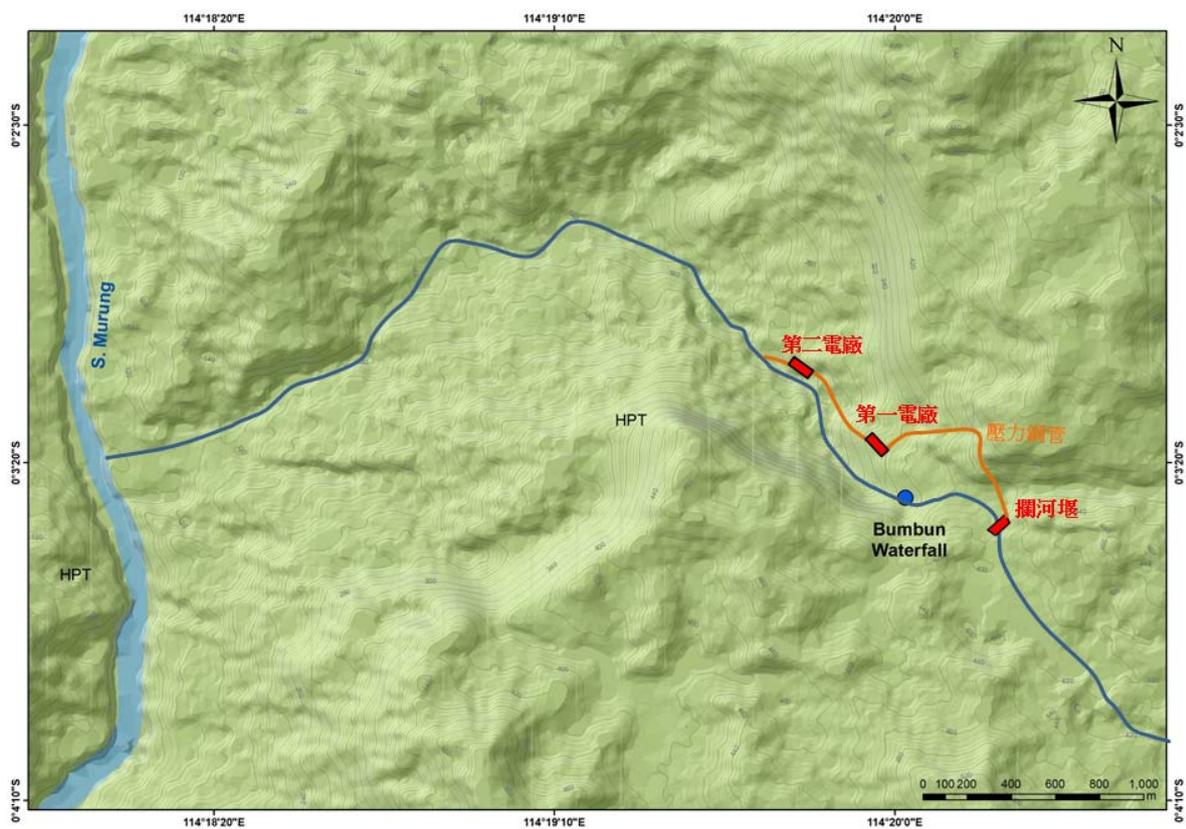
初步評估 Bumbun 小水力場址，技術可行。

因上游瀑布區鄰近既有道路，引水設施距離短，施工較為簡易，下游預設電廠位置，須新建施工道路通達，引水設施距離長，施工較為困難，考量能夠儘早發電，建議分兩階段開發。

於 Bumbun 瀑布上游右岸設置攔河堰引水，經壓力鋼管至瀑布下游右岸第一電廠發電，尾水再引至下游右岸第二電廠發電。初估兩電廠裝置容量共約 5.5 MW，年發電量約 29 百萬度。

1. 第一電廠設置一部橫軸 Francis 水輪機組，設計流量約 7 cms，落差 25 m，裝置容量約 1.5 MW，年發電量初估 8 百萬度。
2. 第二電廠設置一部橫軸 Francis 水輪機組，設計流量約 7 cms，落差 70 m，裝置容量約 4 MW，年發電量初估 21 百萬度。
3. 輸電線：長約 3 公里，沿既有道路兩側布置架空輸電線路，電力輸送至 Adaro 營區及礦區使用。
4. 工程經費：粗估約 3 億新台幣（約 1 千萬美元）。
5. 工期：第一電廠約需 1 年，第二電廠約需 2 年。

目前由 Adaro Power 所提供資料尚屬不足，需進一步調查測量，補充地形及水文等資料，且估算係以台灣地區物價及人力為基準，故上述初步評估結果，數據可能會有所變動。



Bumbun 小水力發電廠初步規劃布置示意圖

三、Lampunut 小水力場址現勘及初步評估結果：

(一)Lampunut 小水力場址現勘：

1 月 22 日上午由 Lampunut 營區，搭乘四輪驅動車至 Lampunut 瀑布，該瀑布位於礦區既有道路旁，現有橋梁施工穿越上方，目測當日河川流量約 3.5 cms，因為上游礦區取水使用，致流量減少；水質混濁，泥質懸浮量多，河床及右岸為岩盤，但左邊坡為土石覆蓋，據 Adaro Power 資料顯示：該瀑布落差約 50 m。

後續驅車至下游 Adaro Power 預定右岸電廠位置勘察，該處河道窄，右岸為未開發叢林，目前無法到達，左岸為道路棄土堆積區，土質鬆散，恐有滑動之虞，須進行壓密與整治。



Lampunut 營區空拍圖



Lampunut 營區訪客宿舍



四驅車至 Lampunut 小水力場址



Lampunut 礦區煤礦堆置場



Lampunut 礦區生活用水引水設施



Lampunut 礦區煤礦處理廠 CHPP 蓄水池



Lampunut 瀑布



Lampunut 瀑布(橋梁下)



Lampunut 電廠預定位置(對岸)，左岸為道路棄土堆積區



規劃 Lampunut 電廠預定位置(對岸)

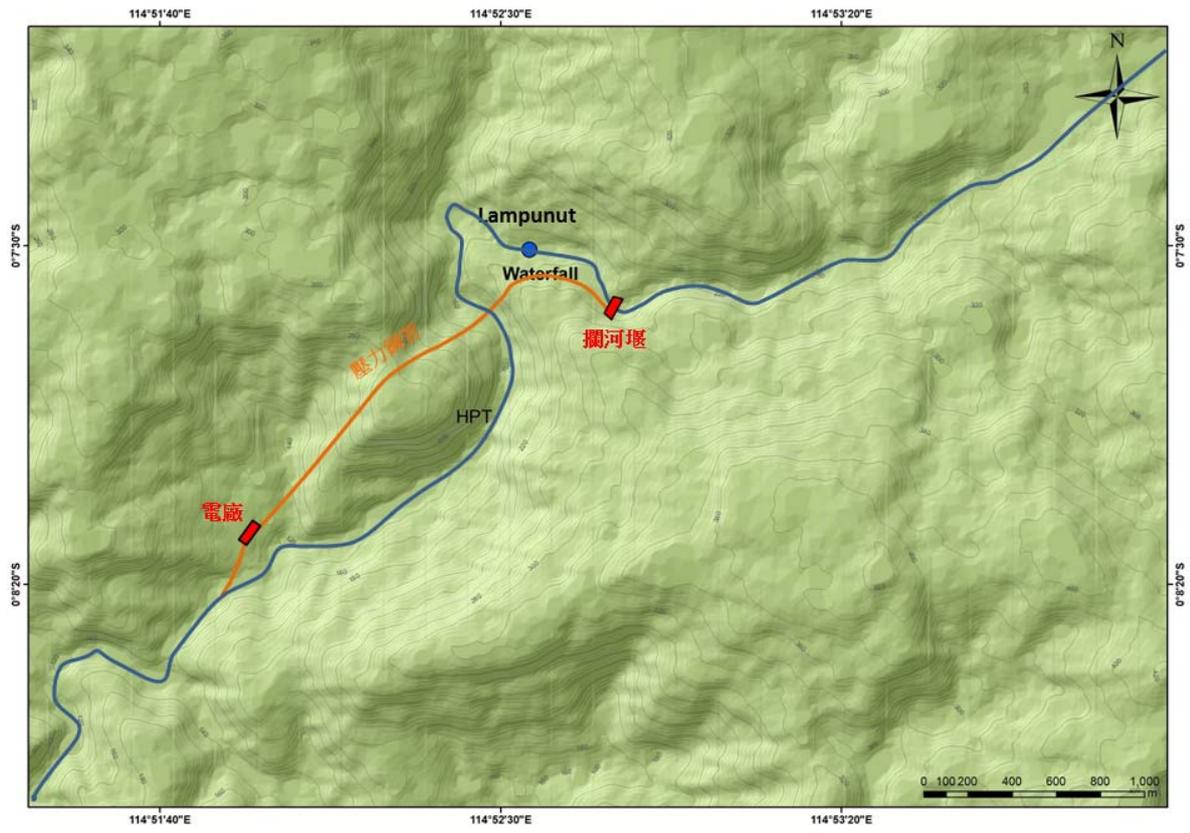
(二) Lampunut 小水力初步評估：

初步評估 Lampunut 小水力場址，技術可行。

擬於 Lampunut 瀑布上游左岸設置攔河堰引水，經壓力鋼管穿越橋梁下方，由左岸跨越河道至瀑布下游右岸電廠發電，發電尾水洩放回河川。

1. 電廠設置一部橫軸 Francis 水輪機組，設計流量約 3.5 cms，落差 50 m，裝置容量約 1.5 MW，年發電量初估 8 百萬度。
2. 輸電線：長約 4 公里，沿既有道路兩側布置架空輸電線路，電力輸送至 Adaro 營區及礦區 Coal Handling Processing Plant (CHPP) 煤礦處理廠使用。
3. 工程經費：粗估約 1.5 億新台幣（約 5 百萬美元）。
4. 工期：約需 1.5 年。

目前由 Adaro Power 所提供資料尚屬不足，需進一步調查測量，補充地形及水文等資料，且估算係以台灣地區物價及人力為基準，故上述初步評估結果，數據可能會有所變動。



Lampunat 小水力發電廠初步規劃布置示意圖

四、與 Adaro Power 會議討論

1 月 24 日上午於雅加達，與 Adaro Power 公司人員及當地顧問公司，說明現勘成果及討論未來合作事項，簡報詳如附件，簡述如下：

(一) 綜合成果：

1. 依據 AMC 提供資料及 21~22 日勘察結果，Bumbun 及 Lampunut 兩處場址均有開發小水力潛能。
2. 架空輸電線可沿既有道路兩側布置，輸送電力至營區或礦區煤礦處理廠使用。
3. 需再補充地形測量及流量調查資料，以完整分析及下一階段可行性研究使用。
4. 當地顧問公司採用的水文研究方法需予討論。

(二) 場址勘查：

1. Bumbun 場址：裝置容量約 5.5 MW（階段式開發）
2. Lampunut 場址：裝置容量約 1.5 MW

(三) 注意事項：

1. 完整分析所需資料不足，將影響初步評估結果。
2. Lampunut 河水質懸浮質及沉澱量高，可能會影響發電量及水輪機壽齡。
3. Lampunut 預定電廠位置臨近土壤滑動及不穩定邊坡，需再進一步評估。

(四) 補充資料：

1. 空拍影片及照片
2. 地形測量：1/200 或 1/500 地形圖、河道斷面測量圖
3. 流量測量調查
4. 水質懸浮質及沉澱量調查
5. 基流量
6. 道路及橋梁設計施工圖
7. 河流、道路、地形及衛星影像等數值資料

(五) 估計時程：

1. 可行性研究：取得資料後 6 個月完成。
2. 建造工期：24 個月（包括設計、採購及施工）

(六) 合作方式：

1. 工程統包：EPC（Engineering, Procurement, Construction）包括設計、採購及施工。
2. 技術服務：包括可行性研究、基本設計、準備發包文件及技術支援。

Adaro 公司感謝本公司人員赴現場勘查，確認此兩場址可行，Bumbun 礦區調查期限將於今年 10 月到期，希望補充調查能儘速完成，未來合作方式將與該公司高層商議，再與本公司及台汽電聯繫。

五、拜會印尼能礦資源部再生能源局

由於此次赴印尼考察，主要是希望藉由實地勘察印尼的水力資源狀況，以評估本公司是否有與 Adaro 公司合作開發水力資源的可能，以提昇本公司水力發電技術與經驗輸出之機會，並掌握本公司海外能源投資商機，乃透過 Adaro 公司安排，由本公司人員與 Adaro Power 公司副總經理 Mr. Venantius Ivan Sutanto，共同拜會印尼能礦資源部(Ministry of Energy and Mineral Resources of The Republic of Indonesia)再生能源局(Directorate General of New, Renewable Energy Conservation)，再生能源局則由該局再生能源處處長(Director of Various New Energy and Renewable Energy) Mr. Harris 出面接見。

Mr. Harris 首先提及印尼政府訂有再生能源將在 2025 年達 18% 的目標，故對我方欲開發印尼的水力資源表示歡迎之意。渠並表示，印尼政府對水力發電相當重視，相較於太陽光電及風力發電等再生能源，印尼政府在給予獨立發電業者(IPP, Independent Power Producer) 電價部分，水力發電之上限為印尼電價的 100%，而太陽光電及風力發電部分之上限則為印尼電價的 85%。而根據印尼政府初步的評估，印尼的潛在水力資源高達 75 GW，惟現階段印尼僅開發了 5 GW 左右，實際開發比例不到 8%，所以還有很多開發空間，但印尼的水力開發經驗不足，有待海外業者的協助開發，渠了解，台灣的水力

開發經驗豐富，故竭誠歡迎本公司與 Adaro 公司合作，在印尼開發水力 IPP。

肆、心得及建議：

(一)心得：

1. 印尼幅員廣闊，由 1 萬多個島嶼組成，人口超過 2.6 億人，為世界第四大人口國，有數百個不同民族及語言，大多數信奉回教。天然資源豐富，除首都雅加達所在的爪哇島外，其他地區生活仍相當貧困，用電普及率不高。
2. Adaro 公司與本公司有長期煤礦採購合作關係，近年來該公司除礦業外，亦向能源事業發展，如興建燃煤電廠及太陽光電廠。此次該公司除與本公司合作開發小水力發電，替代高成本的柴油機發電外，亦希望學習水力發電之規劃、設計與施工等知識，俾能於未來印尼水力發電市場占有一席之地。

(二)建議：

1. Adaro 公司所提 Bumbun 及 Lampunut 兩處小水力發電計畫，技術可行，規模不大，且位於該公司礦區內，無臨近居民反對之虞。本公司相關部門及所屬轉投資公司，可研商雙方合作模式，除加強與 Adaro 公司長期友誼外，並藉此機會進入印尼能源市場。
2. 本公司藉由此次合作，蒐集當地人文經濟情況，累積國外開發經驗，進一步蒐集傳統水力發電潛能廠址，尋求投資合作契機；另搜集小型/微型水力發電潛能地點，協助國內廠商前往投資。

伍、附件：

Adaro Power Mini Hydro Project



Jan-24-2019

CONTENT

1. Summary
2. Site Observations
3. Challenges and Concerns
4. Supplement Data
5. Estimated Working Schedule
6. Partnership with Adaro

1. Summary

- Based on the preliminary desktop study made by AMC and site observations on Jan. 21 & 22, both sites have the potential for mini hydropower development.

Bumbun : ~ 5.5 MW (phase construction)

Lampunut : ~1.5MW

- Overhead type of TL could be flanked with existing road and distribute electricity to camp and CHPP.
- The supplement topography and flow rates are required for comprehensive analysis and feasibility study in next stage.
- The methods of hydrology study by local consultancy shall be discussed.

3

2. Site Observations

Preliminary layout - Bumbun site

Two phase development

- Phase 1: 1st level of waterfall
 - Head : 25m
 - Flow: 7 cms
 - Installed capacity : ~1.5MW
- Phase 2: 2nd level and 3rd level of waterfall
 - Head : 70m
 - Flow: 7 cms (include the tailwater of the phase 1 hydropower plant)
 - Installed capacity : ~ 4MW

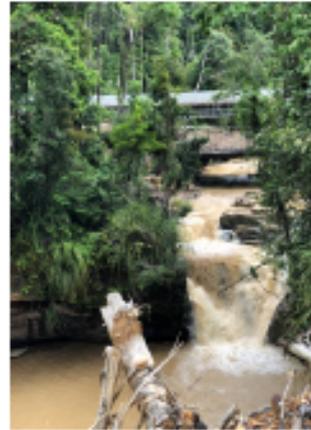


4

2. Site Observations

Preliminary layout - Lampunut site

- Utilize the waterfall drops
 - Head : 50m
 - Flow: 3.5 cms
 - Installed capacity : ~ 1.5MW



5

3. Challenges and Concerns

- The data is insufficient for comprehensive analysis, which will affect the result of the preliminary study.
- The high suspended sediments in Lampunut River may cause concerns.
 - The impoundment capacity will be affected.
 - High suspended sediments will shorten the life of turbine blade, impact on power generation and maintenance cost.
- Soil movement and unstable slope nearby the pre-selected location of power house of Lampunut project shall be further evaluation.



6

4. Supplement Data

- Aerial films / photographs: from the water intake to the tailwater
- Land surveying
 - A. The scope of the hydropower plant project
 - Scale of 1:200 or 1:500
 - Produce contour maps
 - B. River cross sections
 - Includes the water intake, dam and the tailwater
- Flow Rate (In-situ measurement)
Choose a point with steady flow to measure the cross section area and the water velocity.

7

4. Supplement Data

- Water quality
Sediment and Suspended sediment data
- Ecological basis flow (if needed)
- Road and Bridge Design Layout of Lampunut
- Digital data (TBD)
 - A. River
 - B. Road
 - C. Land space
 - D. Satellite images

8

5. Estimated Working Schedule

- Feasibility study by TCC and TPC : 6 months after the supplement data acquisition
- Construction Period : 24 months including design, procurement and site construction works.

9

6. Partnership with Adaro

There are two optional services TPC Group could provide for Bumbun and Lampunut project.

- EPC Contractor :
Full Scope of Works includes engineering, procurement, construction, commissioning, and then turn-over to Owner.
- Technical Advisory Services :
 - Feasibility Study
 - Basic Design
 - Tender Documents Preparation
 - Detail Design Review
 - Site Supervision and Commissioning
 - Main Equipment Supply (as the request by Owner)

10

6. Partnership with Adaro

TPC Group would look for business opportunities to cooperate with Adaro Group in Hydropower in near future.

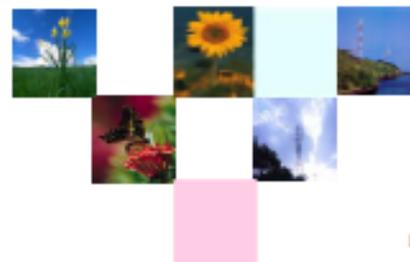
No	Fuel Type	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
1	High Speed Diesel ("HSD")	10.0	6.8	3.6	2.7	1.7	1.7	1.7	1.8	2.0	2.0
2	Marine Fuel Oil ("MFO")	7.8	7.2	2.6	2.1	2.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
3	Gas (including LNG)	68.9	76.2	89.6	99.7	102.3	105.5	109.4	131.9	140.5	150.1
4	Coal	148.3	184.7	331.2	384.8	331.8	251.2	269.8	277.1	286.1	283.4
5	Hydro	17.0	17.7	19.7	20.9	24.7	30.5	37.2	46.1	65.7	69.1
6	Geothermal	12.4	14.8	17.3	20.2	22.4	26.9	31.2	40.4	45.7	50.5
7	Other renewables	0.4	1.0	3.1	3.4	4.3	4.4	4.4	4.4	6.3	6.3
8	Import	1.9	2.0	1.9	1.9	0.1	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2
	Total	266.7	290.4	319.0	355.7	389.3	421.4	454.0	492.1	526.7	561.8

Source: 2017 RUPPL

Potential resources in Hydropower is up to 75 GW.

11

Thank you!



12