

出國報告（出國類別：開會）

印尼巴厘島第7屆天然氣輸儲設備論壇

服務機關：台灣中油公司天然氣事業部工務室/企劃及行政室

姓名職稱：吳偉宏 陳羲/工程管理師 管理師

派赴國家：印尼巴厘島

出國期間：106年9月10日至106年9月15日

報告日期：106年10月18日

摘要

本次研討會議分為：

- 全球天然氣市場現況
- 東南亞天然氣基礎設施之發展情形
- FSRU 最新展現況
- 東南亞對於未來天然氣發電之供應需求
- 支持燃氣發電工業持續使用液化天然氣建設和供給

第七屆天然氣輸儲設備論壇於印尼巴厘島舉辦，本次研討會探討全球空氣污染嚴重及溫室氣體排放量逐年增加，各國將提出各種方式來防止問題繼續擴大，發現造成空氣汙染及溫室氣體之原因，大部分來自煤、重油等多碳鏈結構之能源為主要因素，故選擇天然氣較安全、潔淨、具高效率的潔淨之能源，亦是最佳低碳燃料。

印尼目前國內油氣田生產層產量衰竭、油氣蘊藏量漸漸減少的鑽探投資計畫活動，前述為油氣產量減少的主要原因。印尼仍有許多能源尚未被開採，目前油氣能源分佈於東半部地區之離岸深海地區，但由於當地基礎設施不足，產量有限無法滿足未來國內需求，為滿足未來國內天然氣用氣需求，印尼已開始和其他天然氣生產國簽訂購氣合約，預期 2018 年將擴大天然氣之進口，當局積極推動將燃料油、煤炭等發電轉由天然氣發電。另外，印尼為多島國家，能源及電力分佈不均，為了振興經濟與改善生活品質，當局將加速相關工程興建。為加速工程進行，當局選擇興建時間較短之浮式接收站(FSRU)及天然氣發電船(Power ship)，來滿足當局對未來天然氣使用之藍圖規劃。

考量台灣未來將擴大天然氣需求量，中油公司亦積極推動第三座液化天然氣收站、台中接收站及高雄永安儲槽設施等擴建工程。目前國內天然氣管線分佈均位於西半部地區，為了擴大天然氣使用，可將東部及離島地區之潛在市場納入考量，可考慮評估小型 LNG 船及利用 FSRU、天然氣發電船(Power ship)等方案，滿足市場用氣需求。

FSRU 及天然氣發電船(Power ship)相較興建陸上型接收站及發電廠而言，價格具競爭力，工程時間短以及環境衝擊較低等優勢，但若遇到環境天候惡劣(如颱風、東北季風)，必須暫時離開，若需使用需與陸上型接收站有縝密之調度配合外，需詳細風險評估後方可推動。

目錄

壹、出國目的

貳、出國行程

參、會議紀要

(一) 印尼能源與天然氣供應概述

(二) 印尼油氣分佈趨勢

(三) 天然氣未來發展趨勢

(四) 小型規模 LNG

(五) 浮動式儲存及氣化裝置(FSRU)

(六) 天然氣發電船(Power ship)

(七) 發展天然氣發電船之必要性

肆、心得與建議

伍、具體成效

壹、出國目的

為因應政府能源結構轉型政策，2025 年能源配比，燃氣發電占比達 50%、再生能源 20%及燃煤 30%，預計 2025 年國內天然氣市場需求為 2,354 萬噸，2030 年為 2,524 萬噸，天然氣需求量將大幅提升，中油公司為目前唯一天然氣生產及進口業者，負有穩定供氣之義務。藉這次印尼峇里島參加第七屆天然氣輸儲設備研討會，參考其他國家相關天然氣基礎建設之規劃經驗，讓天然氣應用更多元化。另外，由於目前國內電力備載容量過低，在尖峰用電時，若供應中斷，恐會造成國內限電之安全危機並導致經濟損失，目前國內新建發電廠所需時間約 6~8 年，對於短時間無法滿足市場需求，透過此次研討會，了解東南亞地區如何應用未來天然氣供需及對於浮式接收站(FSRU)之未來發展趨勢，另針對島嶼眾多國家，為解決電力短缺之問題，其所發展中小型發電船(Power ship)，利用最小投資金額創造最大投資效益之政策。

貳、出國行程

起始日	迄止日	工作內容
106.9.10	106.9.10	往程 (桃園→印尼巴里島)
106.9.11	106.9.11	2017 開幕及「第七屆全球輸儲設備」論壇
106.9.12	106.9.12	參加「第七屆全球輸儲設備」論壇
106.9.13	106.9.13	參加「第七屆全球輸儲設備」論壇
106.9.14	106.9.14	參訪印尼第一座小型 LNG 接收站
106.9.15	106.9.15	返程 (印尼巴里島→桃園)

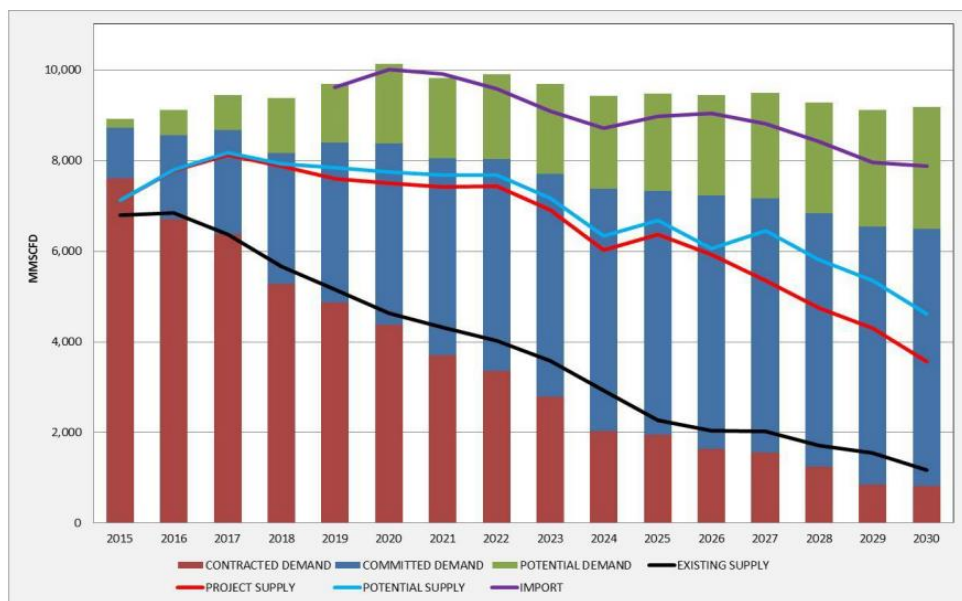
參、會議紀要

(一) 印尼能源與天然氣供應概述

印尼擁有豐富的化石燃料、地熱及生質能源等天然資源。在化石燃料蘊藏方面，依據 BP2015 年統計，印尼煤礦蘊藏量占全球 3.1%，石油占全球

0.2%，天然氣占全球 1.5%。

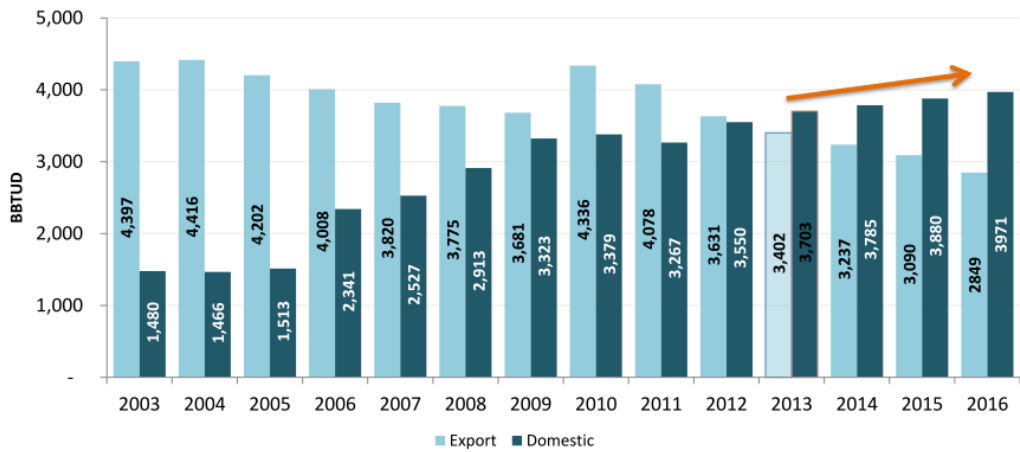
隨著其經濟發展，印尼對能源與電力的需求逐年增加，未來 10 年，印尼天然氣需求量年成長將達 6%，其中由天然氣發電需求為最大之電力區塊，如圖一。然而，由於國內氣源產出枯竭、重大基礎建設進展遲緩、油價穩定等因素，天然氣供給能力難以滿足未來需求，如法國在印尼最大天然氣企業 E&P 今(2017)年預計減產 10%。因此，印尼預計 2018 年將擴大天然氣進口 LNG 規模。



資料來源：7th Annual LNG Transport, Handling and Storage 2017 Forum - SKK Migas

圖一、印尼未來天然氣需求量

近年印尼國內經濟快速成長所帶來的能源需求上升，從 2012-2016 年印尼國內需求為 3,703~3971 BBTUD，且持續穩定輸出情況下，足以顯示天然氣在國內之重要性，使得印尼政府更加重視能源內需之供給問題，如圖二。印尼天然氣平均使用量於 2013-2015 年提升 9%，在 2016 年國內需求已提升至 58.03%，印尼政府已規定，天然氣業者應提撥產量之 20~25% 供應國內需要，並減少天然氣輸出，優先供應國內需求之政策，此政策不完全停止對外出口，而是適度調整進出口比例，以協助國內工業用戶及電廠降低生產成本。另外，與國外簽署之供氣合約將陸續到期，屆時將逐案檢討，決定是否延長或終止，在合約期滿之前，印尼政府仍將遵守國際合約，利用此方式以創造出自主和出口供應的靈活性。



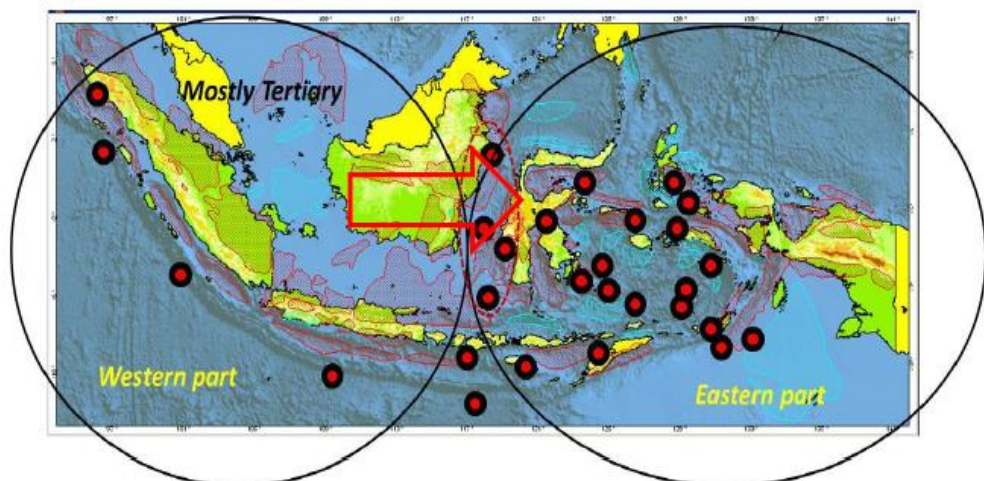
資料來源：7th Annual LNG Transport, Handling and Storage 2017 Forum - SKK Migas

圖二、印尼 2003~2016 年天然氣內需及出口統計

(二) 印尼能源分佈現況

印尼目前油氣田產量衰竭、油氣蘊藏量漸漸減少的鑽探投資計畫，都為油氣產量減少的主要原因。

印尼仍有許多礦區尚待開採，目前油氣能源分佈於東半部地區之離岸深海地區居多，主要以天然氣數量為主，如圖三、圖四。因此，針對開採衰竭之西半部地區油氣田，印尼政府將引進最新科技，提高該地區之採收率。另外，東半部地區除了發展離岸開採技術及發展天然氣製程與輸送能力外，並持續開採新興能源(如：頁岩氣、煤層氣)。



資料來源：7th Annual LNG Transport, Handling and Storage 2017 Forum - SKK Migas

圖三、印尼現有油氣分佈圖

Coalbed Methane (Coal Seam Gas)

Resource estimate in basins: 453 Tcf

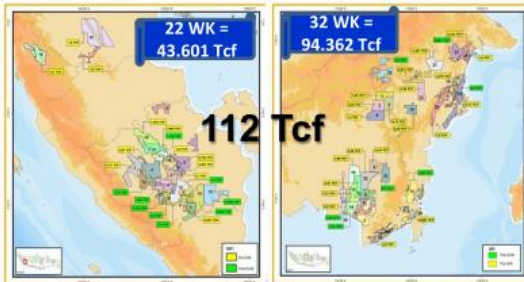


Shale Hydrocarbon

Resource estimate in basins: 574 Tcf

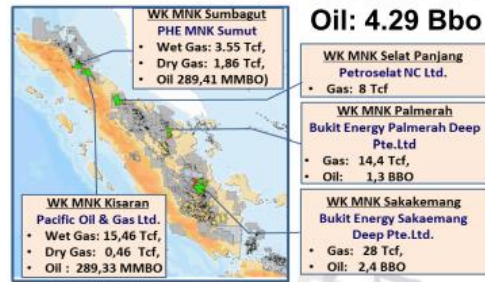


Resource estimate in existing Working Areas:
112 Tcf



Feb 2015 status

Resource estimate in existing Working Areas:
Gas: 71.7 Tcf
Oil: 4.29 Bbo



資料來源：7th Annual LNG Transport, Handling and Storage 2017 Forum - SKK Migas

圖四、預估未開採之蘊藏量

(三) 天然氣未來發展趨勢

1. 燃煤電廠轉換天然氣發電。
2. 壓縮天然氣 CNG、使用 LNG 作為燃料供海事、內陸船運、車輛等。
3. 天然氣供應以非管線方式輸送地區之應用，如離島、偏遠地區等。

(四) 小型規模 LNG

印尼能源需求成長快速，且人口散居於數千島嶼，缺乏管線網絡，因此，印尼具有小型規模 LNG 應用巨大的開發潛力，且其國內 LNG 公司正在規劃許多相關計畫，特別是 PLN 已經著手進行許多小規模 LNG 設施規劃遍及印尼群島，本次會議中 ENGLE、PEL、WISON 等公司都針對小型規模 LNG 進行了介紹。

過去傳統觀念認為，LNG 僅適用於長距離的運輸及大容量的儲存，針對較短的距離，利用管線傳輸天然氣更具成本效益，但事實上在某些地區管線建造成本過高、技術上或是政治法規面上不可行，在這種情況下小型

規模的 LNG 則是可考慮的選項，而國際上小型規模 LNG 產業已然成熟，世界累計的相關設施 300 多座，而且數字還在持續更新。

雖然國際上沒有公認區分 LNG 規模的定義，但一般來說可依 LNG 營運量(MTPA)做區分， ≥ 2 MTPA 為大型規模、0.1-2MTPA 為中型規模，而 < 0.1 MTPA 可視為小型規模，其中大規模的船型尺寸為 138,000-225,000(cm)，主要市場用途為公用天然氣事業、出口貿易，計畫平均總成本為 10-150 億美元，完工時程為 48-60 個月；中小型規模的船型尺寸小於 150,000(cm)，市場用途為尖峰調度、LNG 車輛、遠離市場之 LNG 供給與需求、燃料等，計畫平均成本小於 10 億美元，完工時程為 18-24 個月，各規模相關特性整理如下表。

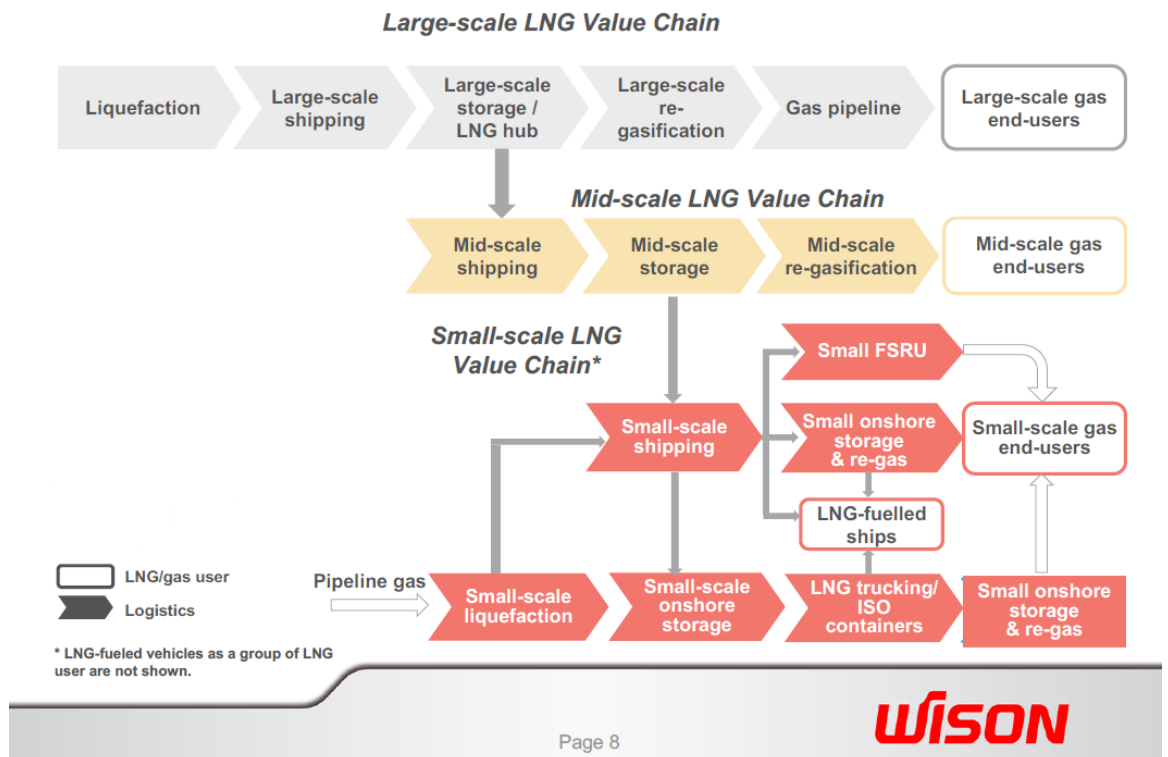
規模	小型	中型	大型
LNG 營運量(MTPA)	< 0.1	0.1-2.0	> 2.0
LNG 船尺寸(cm)	$< 10,000$	10,000-150,000	138,000-225,000
市場用途	尖峰調度、LNG 車輛	燃料、遠離市場之 LNG 供給與需求	公用事業、貿易
計畫平均總成本(百萬美元)	< 10	10-1,000	1,000-15,000
計畫完工時程(月)	18-20	18-24	48-60

印尼是由多島嶼所組成，島嶼間地理的區隔及基礎設施不足，使得天然氣分配的供給及需求沒有辦法得到及時的聯繫，對於天然氣傳輸方面也需要有不同的設計，因此小型 LNG 是一個非常重要、非常適時的 LNG 產業鏈，在這種情況下，單純依賴管道已經不能解決問題，具機動性、經濟性的 LNG 產業，可以對管線傳輸天然氣給予補充作用。

WISON 公司提到大型規模的 LNG 只是 LNG 價值鏈的一部分，價值鏈的應用如圖五，為了因應不同的市場用途，同時存在不同規模的天然氣接收站。大型船隻將天然氣運送至接收量較大的接收站，而對於用量較低的

區域，則會將大型接收站的液態天然氣進行分裝，再以中型船隻運送至中型規模之接收站後進行汽化供應給終端使用者。針對需求量更小的地區，則以小型船隻運輸至小型的儲槽進行氣化，或是利用 FSRU 接收及汽化至終端消費者，除此之外 LNG 受到偏遠或內陸運送困難、政策和法規評估或是基礎建設限制的區域，利用 LNG 槽車運送也是小型規模 LNG 價值鏈的一環，不同規模 LNG 運輸及儲存方式，使不同市場及區域的 LNG 需求及供給更加靈活的緊密聯繫在一起，LNG 價值鏈應用更加多樣性。

Large-scale is only a part of the overall value chain



資料來源：7th Annual LNG Transport, Handling and Storage 2017 Forum - WISON

圖五、LNG 價值鏈的應用

(五) 浮式接收站(FSRU)

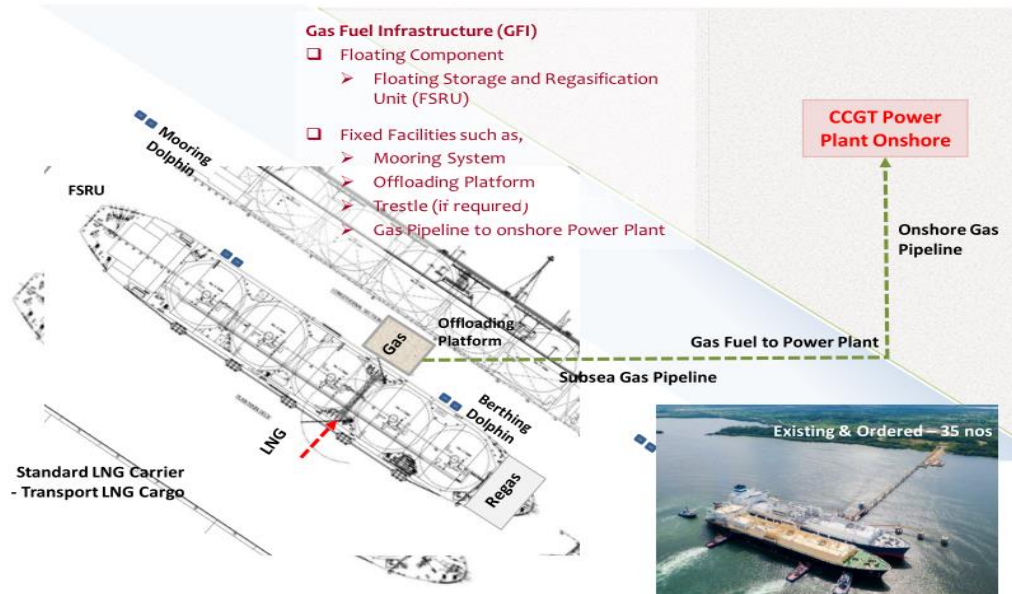
浮式接收站(FSRU)技術近年逐漸發展成熟。在一些受到各種限制，而難以設置大型陸上液化天然氣接收設施的地方，都已採用這類技術來實施和具成本效益的設計，目前全球已有多處建造 FSRU 工程，並開始經營。全球使用 FSRU 之儲槽空間主要 12.5~17.5 萬立方公尺，目前正在建造更大儲槽容量之工程，最大容量可達 27 萬立方公尺。

興建浮式接收站（Floating Storage and Regasification Units：FSURs）之船隻，主要繫泊於一個雙泊位碼頭，如圖六。碼頭會提供設施，讓液化天然氣運輸船到達碼頭後，可以把液化天然氣卸載至浮動式儲存再氣化裝置的儲存槽，再進行再氣化，以便透過海底管線，把天然氣輸送至岸上之電廠或工業用戶，如圖七所示。



資料來源：7th Annual LNG Transport, Handling and Storage 2017 Forum - NEWGAS

圖六、FSRU 繫泊雙泊位碼頭示意圖



資料來源：7th Annual LNG Transport, Handling and Storage 2017 Forum - NEWGAS

圖七、FSRU 運輸流程

LNG-FSRU 核心技術主要包括繫泊技術、卸載技術、船體結構及再氣化技術。FSRU 可作為 LNG 運輸船具有裝載運輸 LNG 的功能，又可替代陸上接收站儲存天然氣之功能，其優點分別有：

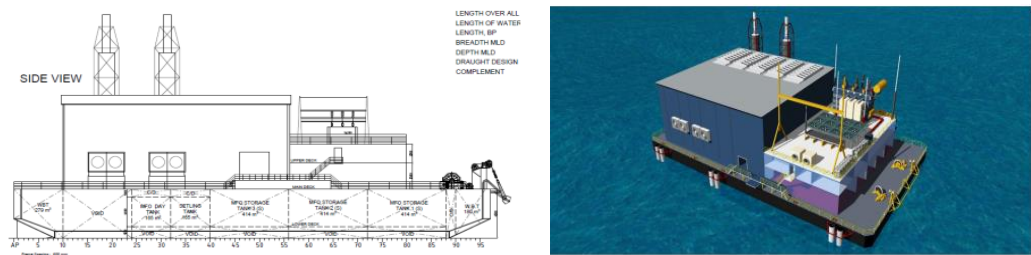
1. 國際最新 FSRU 技術投資，提高供應天然氣之靈活性。
2. 使用陸地區域較小，節省填海造地時間，縮短工程建設週期。
3. 適用於環境敏感或人口密集地區。
4. 確保陸上地區財產/生命安全，方便選址和搬遷，可採用租賃方式。
5. 對於陸地生態衝擊低。

FSRU 雖然具有上述優點，但仍存在許多挑戰：

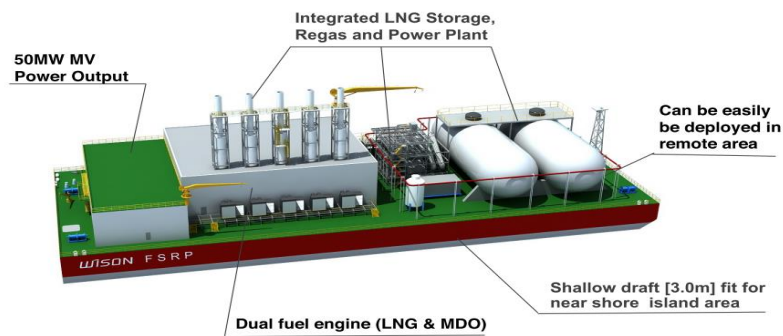
1. 大型天然氣船在靠泊 FSRU 時通常選擇旁靠方式卸載，因海氣象較為複雜因素，在裝卸載時穩定性不如陸上接收站，存在碰撞之風險。
2. 若遇危急情況，增加海上緊急疏善難度。
3. 擴建能力較低，恐造成投資總額大幅提升。

(六) 天然氣發電船(power ship)

所謂天然氣發電船係裝有整套發電、輸電設備之工作船，實為可移動的海上發電廠。部分形式發電船因無自立航行能力而需要拖船移動到指定地點，船上有天然氣儲存設備，到位後即可運轉，並可隨時接受燃料補給確保供電穩定，如圖八、九所示，連接需求端之電網後，提供足量之電力。



資料來源：7th Annual LNG Transport, Handling and Storage 2017 Forum - ITS



資料來源：7th Annual LNG Transport, Handling and Storage 2017 Forum - WISON

圖八、天然氣發電船示意圖



資料來源：7th Annual LNG Transport, Handling and Storage 2017 Forum

圖九、Karadeniz Powership Onur Sultan Arrival | Medan, Indonesia

天然氣發電船比起陸上新建電廠之優點：

1. 降低破壞環境的影響：相較其他石化原料(煤、重油)可減少碳的排放量。
2. 用於發電將會有較高效率與較低的維修成本。
3. 可適用於離島及偏遠地區，增加調度之靈活性。
4. 使用較少的陸上面積
5. 較少環保或社會觀感問題

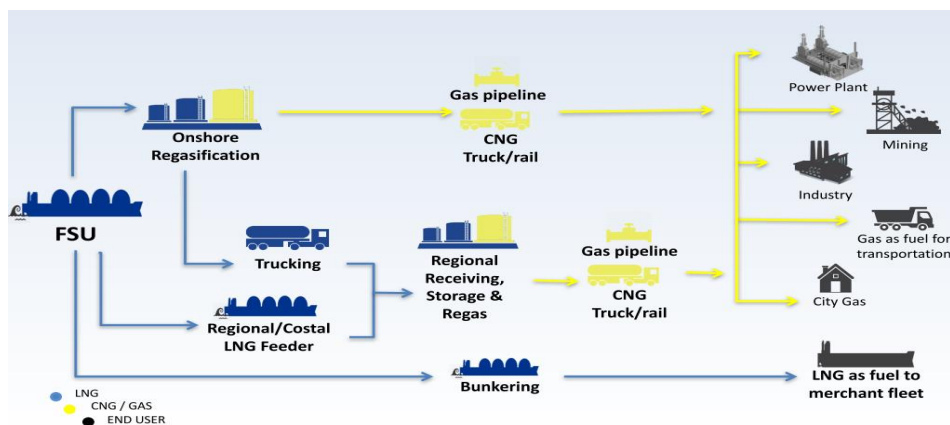
天然氣發電船之缺點：

1. 電價成本將高於利用煤與油電廠。
2. 遇危急情況，增加海上緊急疏善難度。
3. 目前天然氣發電船之發電容量，較不能滿足高用電之需求。

(七) 發展天然氣發電船之必要性

就發電結構，印尼能源暨礦產資源部(ESDM)之統計資料顯示，印尼 2015 年電力供幾達 283 TWh，煤占 50%、石油占 14%、天然氣占 25%及再生能源發電占 11%。電力消費則為 228 TWh，其中工業部門用電占 40%、家戶部門占 38%、商業部門占 16%、公共部門占 6%。

印尼規劃 2005-2025 年國家能源管理藍圖為能源政策目標之一，主要規劃電力市場的短、中、長期發展目標。除了增加電氣化比率、擴大基礎建設、降低補助和增進能源效率，亦目標在建立多元再生能源的電力供給。



資料來源：7th Annual LNG Transport, Handling and Storage 2017 Forum-

印尼地理位置之特殊性，全國將近有 2.61 億人口，分佈於 14,000 島嶼，對於架設輸配電網是一件相當困難之工程，就內部電網分佈，爪哇(Java)-巴厘(Bali)-馬都拉電網；蘇門答臘島一部分電站也簡單聯接在一起是當地建置最完整之區域，像是婆羅洲(Kalimantan)、蘇拉威西島(Sulawesi)、小巽他群島(nusa tenggara)、摩鹿加群島(Maluku)等地區導致大部分區域常有有供電不足及無電可用之困境，因此，新建電廠確有其迫切性及必要性。

為了解決電力穩定供應問題，印尼國家電力公司(PLN)已於今(2017)年簽署天然氣需求量約 1400 BBTUD，並其他地區簽署購氣合約，合計超過 19 年共 60 船次。將規劃發展小型接收站及小型發電廠來解決偏鄉地區之問題，在近五年內，利用小型接收站能力提升供應能力達兩倍並有持續擴大規劃。

為了因應電力短缺、人口成長及降低對化石燃料的依賴，印尼政府公布新發電計畫並縮短申請電廠專案實行流程，預計於 2015 至 2019 年裝設 35GW(GW=10 億瓦)的電力裝設量，並將設置 4.6 萬公里電纜。印尼將執行 210 個電廠專案，原計在 35GW 的新增電力裝置中，煤電廠占 20 GW、天然氣電廠占 13 GW、再生能源約占 3.7 GW；2015 年 7 月則修正為煤電廠占 50%、天然氣電廠占 25%及再生能源占 25%。

印尼興建電廠主要面臨的問題為資金與土地取得不易之爭議，故當地政府和土耳其發電船運商 Kar Powership 簽署發電船建造合作協定，在未來 5~7 年將建造約 70~80 艘發電船，總發電量可達 6,000 MW，其他最小為 30MW，最大為 250 萬瓦。選擇興建天然氣發電船，因天然氣發電船投資金額相較陸上興建電廠較少，使用土地所需面積低，對於環境社會接收度高，正積極規劃興建中。

肆、心得與建議

- (一) 今年於印尼巴厘島舉辦「第七屆天然氣輸儲設備研討會」，本次會議邀請當地印尼國家電力公司（PLN）及印尼天然氣銷售商（PGN），就目前印尼天然氣使用量將大幅增長，並全力支持燃氣發電及工業用戶轉用燃氣鍋爐之應用現況加以說明，另外，也邀請浮式接收站(FSRU)及天然氣發電船(Power ship)製造商說明產品型式及適用地點，使各界了解印尼當地能源結構的轉變以及不同技術的應用，可作為各方參考的借鏡。
- (二) 印尼地理環境特殊為千島國家，為了改善離島及偏遠地區電力短缺問題，當局政府規劃方針，積極短時間興建基礎建設外，並規劃小型規模 LNG 設施，如小型 LNG 船、FSRU 及天然氣發電船等，以滿足各島嶼需求。相較台灣亦為多島型國家如澎湖、金門、馬祖及南、北竿及本島偏遠之花東地區等地，若需擴大天然氣使用量，除政府全力支持外，尚須完成多項基礎現設如小型接收站或衛星氣化站、建立完整基礎設施等相關工程，最重要的是，需要與當地瓦斯公司、電力公司與居民取得多數之共識，並取得三贏局面，以振興經濟與生活品質。

伍、具體成效

國內為因應能源轉型，需大量使用天然氣發電，惟目前兩座天然氣接收站營運量已接近飽和，急需再增建天然氣接收站，然而，新建接收站計畫完工期程可能因法規政策面有所延宕，則 FSRU 或天然氣發電船為可考量之替代方案，FSRU 及天然氣發電船相較興建陸上行接收站及發電廠而言，價格具競爭力，工程時間短以及環境衝擊較低等優勢，惟當遇到環境天候惡劣時，可能必須暫時離開，目前在台灣冬天有東北季風、夏季常有颱風掠過，海氣象條件需進一步評估，使用受限氣候變化，若需使用需與陸上型接收站有縝密之調度配合外，需詳細評估使用風險後，方可推動。