

## 預測 2050 年將被淹沒的印尼城市

鄺耀章

到 2050 年印度尼西亞共有 199 個沿海城市受到年度潮汐洪水的影響。其中 21 個城市的約 118,000 公頃土地將被海水淹沒，約 860 萬居民將受到影響。損失估計為 1,576 萬億印尼盾。

印尼羅盤報分析海平面上升對 21 個印尼省會的影響。該分析結合了空間分析、人口數據、經濟和地方政府政策，使用了來自非營利性研究機構氣候中心的海平面上升模擬數據。通過該分析，獲得了每個區域脆弱性的評分。

氣候中心模擬確定印度尼西亞總共 514 個地區／城市中的 199 個地區／城市，包括 21 個省會，將低於海平面或被淹沒。此外，預計這些地區將受到大範圍的年度潮汐洪水的影響。

氣候中心模擬使用高度數據

“Coastal DEM”，在不同地區具有不同程度的精度。然後，該模擬還使用氣候情景，假設世界大大減少了污染。這種情景被 IPCC（政府間氣候變化專門委員會）稱為 RCP2.6。

除了 RCP2.6 的假設外，Climate Central 還使用了美國氣候學家 Robert E. Kopp 及其同事 2014 年的研究得出的海平面上升預測。Kopp 是被引用最多的海平面上升研究之一，IPCC 報告中也提到了這一點。Kopp 預測，全球平均海平面到 2050 年可能會增加 18.33 公分，到 2100 年會增加 29.82 公分。

需要注意的是，Climate Central 模擬並未考慮防洪基礎設施的建設。此外，模擬中估計的年度潮汐洪水覆蓋率，但未考慮極端天氣的影響。一些地區發生的地底下

沉也將加劇全球海平面上升。

該分析還使用簡單的模擬計算僅基於洪水的威脅；未使用動態的洪水建模。還應注意，鑑於潮汐洪水的特點，低於潮汐洪水高度的位置不一定會被淹沒，因為潮汐進入陸地需要時間，並且可以在到達該位置之前立即退去。

在爪哇北部海岸的許多地區，特別是在經歷地面下沉的地區，可以看到嚴重的潮汐洪水為例。如潮汐洪水越來越多地發生在雅加達北部 Muara Angke、Bekasi Regency、Muara Gembong 的 Pantai Bahagia 村和 Blok Empang 等村。

50 公分至 1 公尺高的洪水以前每月只發生一次。然而，在過去的兩年裡，這種情況每天都在 Muara Angke 發生。與此同時，在

Muara Gembong，雖然每個月發生兩次洪水，及每個月兩週淹沒高達1公尺。

## 脆弱性評分

脆弱性評分基於四個參數計算，即可能低於海平面並在2050年被潮汐洪水淹沒的區域、受影響人口、經濟損失和當地政府準備情況。

淹沒區是從與行政邊界重疊的洪水地圖和地理信息局(BIG)的定居點的地圖中獲得。受影響居民人數數據使用“全球人類居住區”(GHSL)2015年提供的人口數據。

為了估計經濟損失的價值，使用了人均數據和受影響的人數。同時，地方政府是否準備好通過政策來預測海平面上升的影響。

然後將上述四個參數的值將它們轉換為1、2和3的尺度進行標準化。尺度3表示參數中的條

件對城市對潮汐洪水的脆弱性有很大程度，而尺度1表示為3比例的相反。

之後，將每個參數的每個尺度相加以產生總分。該分數用於確定位於沿海地區的21個省會城市的脆弱程度。脆弱性分析結果，在沿海地區的21個省會中，高等級城市7個，中等城市9個，低等級城市5個。

淹沒區域和淹沒定居點的面積越高，該區域就越脆弱。受影響的人數越多，脆弱性的值就越大。這將使經濟損失的價值更高。當地政府沒有採取適應措施來預測海平面上升時，脆弱性的值會更高。

## 馬辰(Banjarmasin)

馬辰(Banjarmasin)是脆弱性較高的城市之一。馬辰的潮汐洪水淹沒面積與其他地區相比最高，高達該地區的85.5%。另一方面，到2050年，估計馬辰的近一半地

區也將低於海平面。當86.6%的淹沒區域是住宅時，脆弱性更高。這將導致大約543,998人或83.6%人將無家可歸。此外，從受影響的人口來看，潛在的經濟損失估計為24.8萬億印尼盾。

雖然估計有很高的脆弱性，但目前為止，Banjarmasin政府還沒有準備具體的處理計劃。在馬辰市(2008-2011)的中期發展計劃中只提到，馬辰市作為一個中低密度地區需要謹慎控制，因為該市的土地狀況處於沼澤生態系統中並受河流/海洋潮汐的影響。潮汐通過巴里托(Barito)河到達市中心。巴里托河海拔陡峭的條件使得海潮更容易到達市中心。

## 雅加達(Jakarta)

雅加達也是一個高度脆弱的城市。預計到2050年，該地區幾乎有一半將受到海平面上升和潮汐洪水的影響。該地區居住著大約450萬人約為總人口的46%。經濟損失估計為1,186萬億印尼

盾。與其他城市相比，該值是最高的。

從 2050 年的模擬結果來看，整個北雅加達地區都將被潮汐洪水淹沒，包括填海區。預計洪水還將到達雅加達中部，直至印尼大酒店前的圓環。在西側，洪水將到達戈本遮祿 (Kebon Jeruk) 收費公路的邊界，在東側，將到達普羅卡東 (Pulogadung) 貿易中心。

事實上，雅加達北部有許多地區，例如科查 (Koja) 和丹絨不祿 (Tanjung Priok)，到 2050 年這些地區已經低於海平面。總的來說，首都雅加達專區約有 4% 將低於海平面。

### 丹絨檳榔 (Tanjung Pinang)

下一個脆弱性高的城市是丹絨檳榔。從 2050 年的模擬結果來看，海平面上升和潮汐洪水將淹沒丹絨檳榔海岸。比例幾乎達到廖內群島省會面積的一半。甚至其中四分之一預計將低於海平面。

據估計，海潮將淹沒該市近一半的住宅區，其中居住著 37,877 人。從人均數據估計將導致約 3.4 萬億印尼盾的經濟損失。

該區今年正月份曾發生潮汐洪水，居住在沿海地區的一些沿海居民，如森卡朗 (Senggarang) 村和武吉士 (Bugis) 村，被洪水淹沒。丹絨檳榔潮汐洪水管理機構指出，有 5 個地點容易發生淹水。其中包括巴薩巴魯丹絨檳榔 (Pasar Baru Tanjungpinang)、科蘭村 (Kampung Kolam) 和紅石蘭花路 (Jalan Anggrek Merah Batu 4)。

### 哥倫打洛市 (Kota Gorontalo)

下一個高危城市是哥倫打洛市。潮汐洪水估計會淹沒整個城市的 23%。“氣候中心”模擬的結果是水將淹沒城市的部分地區，從博恩河 (Sungai Bone) 邊緣向北穿過博恩河，直到達哥倫打洛縣區的林博托湖 (Danau Limboto)。

當洪水覆蓋社區住宅區的 47%

時，脆弱性的值更高。淹沒住宅區約 179,555 人，佔全市居民的一半。據估計，將受到影響的大量人員將造成約 6.8 萬億印尼盾的經濟損失。

### 中等脆弱性的城市

一些具有中等脆弱性的城市包括泗水、登巴薩、馬塔蘭、三寶壟和棉蘭。受影響地區的百分比範圍為 17-37%。大多數已經開始準備處理工作，即使還處於開發過程的階段。

三寶壟市屬於中等脆弱性類別。被淹沒的面積達到 14.6%。該地區佔住宅區的 18%。從計算結果估計，住宅用地約有 313,642 人居住。受影響人口造成的經濟損失高達 32.2 萬億印尼盾。

經常發生淹水的地區之一是丹絨 Emas 村的 Tambak Lorok 漁村。一些居民已經多次墊高房屋和道路，但當早晨水位開始上升時，他們仍然會被淹沒。



## 低脆弱性城市

在 21 個省會城市中，只有 5 個屬於低脆弱性類別。大多數處於低脆弱性的城市的受影響面積低於其他地區。大多數人還沒有準備好面對氣候變化的影響。其中之一是萬鴉老市 (Kota Manado)。據估計，海平面上升將影響 2,576 公頃或該市面積的 3.4%。洪水將影響 28,910 人 (7.4%)。

除了以上所提省會，到 2050 年，NTB 的曼達利卡 (Mandalika) 經濟特區 (SEZ) 將受到海平面上升的影響。計算結果顯示，淹沒面積達到 940.4 公頃或 70% 經濟特區。曼達利卡經濟特區被指定為旅遊經濟特區，其吸引力之一是國際體育賽事在該經濟特區舉行。

## 地面下沉

在一些城市海水進入陸地的威脅，也會因地面下沉而加劇。根據萬隆理工學院 (ITB) 大地測量專家赫里 (Heri Andreas) 的說法，

爪哇北部海岸的一些大城市，多建立在沖積土壤或沉積物上 (例如雅加達、北加隆岸和三寶壟) 正在經歷大規模的地面下沉，每年下沉高達 10 公分以上。

這是由於沖積土的性質將繼續受城市負荷壓實，尤其是大量抽取地下水。地面下沉將使海平面上升，對該地區的居民將更加危險。“如果這片土地繼續下沉，這個傾斜的海岸在漲潮甚至正常潮汐時可能已經低於海平面。

## 民眾的覺悟性

帝波尼科羅 (Diponegoro) 大學城市規劃專家魯庫 (Rukun Setiadi) 評估說，地方政府和公民對海平面上升是他們所在地區的威脅的認識並不深刻。緩慢發生威脅的性質使人們不會將水位上升和地面下沉的現象視為威脅性災難。他表示，直到未來的十年，印尼的幾個城市才開始將氣候變化視為必須面對的災難。事實上，在一些發達國家，自 1990 年代以

來，關於海平面上升的討論已開始成為主流及被重視。意大利威尼斯的巨型水閘項目，被稱為 MOSE (Modulo Sperimentale Elettromeccanico)，雖然它在 2020 年底才首次投入運營，但這個巨型項目從 1987 年底開始設計，並於 2003 年開始建設。MOSE 是預計將保護潟湖和威尼斯城市免受高達 3 米的潮汐影響。

因此，地方政府必須採取的第一步是，認識海平面上升是一個真正的威脅，並開始在各自的地區研究如何應對這一危險。

☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆

## 本會辦公時間

星期二、星期三、星期五、  
星期六、星期日，上午十時  
至下午五時。

星期一、星期四及國定例假日  
休息。