

# PENGARUH PERTUMBUHAN PENDUDUK DAN PERUBAHAN IKLIM TERHADAP KETERSEDIAAN AIR

**Ima Maria**

*Departemen Ilmu Kesehatan Masyarakat Kedokteran Keluarga Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan  
Universitas Jambi*

*Email: [imamaria.md@unja.ac.id](mailto:imamaria.md@unja.ac.id)*

## **ABSTRACT**

*Population growth and global climate change are problems faced by every country in the world. The availability and quality of water are the main factors for the sustainability of industrial and household life. Changes in temperature have a predictable impact on water quantity and quality. Therefore, integrated policies and actions are needed to address the problem of water scarcity and contamination.*

**Keyword:** *Population Growth, Climate Change*

## **ABSTRAK**

Pertumbuhan penduduk dan perubahan iklim global merupakan permasalahan dihadapi oleh setiap negara di dunia. Ketersediaan dan kualitas air merupakan faktor utama untuk keberlanjutan kehidupan industri dan rumah tangga. Perubahan suhu memiliki dampak yang dapat diprediksi terhadap kuantitas dan kualitas air. Oleh karena itu diperlukan kebijakan dan tindakan yang terintegrasi untuk mengatasi masalah kelangkaan dan kontaminasi air.

**Kata Kunci:** *Pertumbuhan Penduduk, Perubahan Iklim*

---

## **PENDAHULUAN**

Sejarah statistik menunjukkan bahwa pertumbuhan penduduk berbanding lurus dengan pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca. Selama 200 tahun terakhir (1800-2000), terdapat peningkatan energi 35 kali lipat, peningkatan emisi karbon 20 kali lipat dan populasi dunia tumbuh 6 kali lipat.<sup>1</sup> Negara-negara berkembang saat ini mengalami pertumbuhan penduduk yang sangat pesat sehingga semakin banyak pula manusia yang akan terkena dampak dari perubahan iklim. Pertumbuhan penduduk yang meningkat akan meningkatkan kerentanan terhadap iklim.

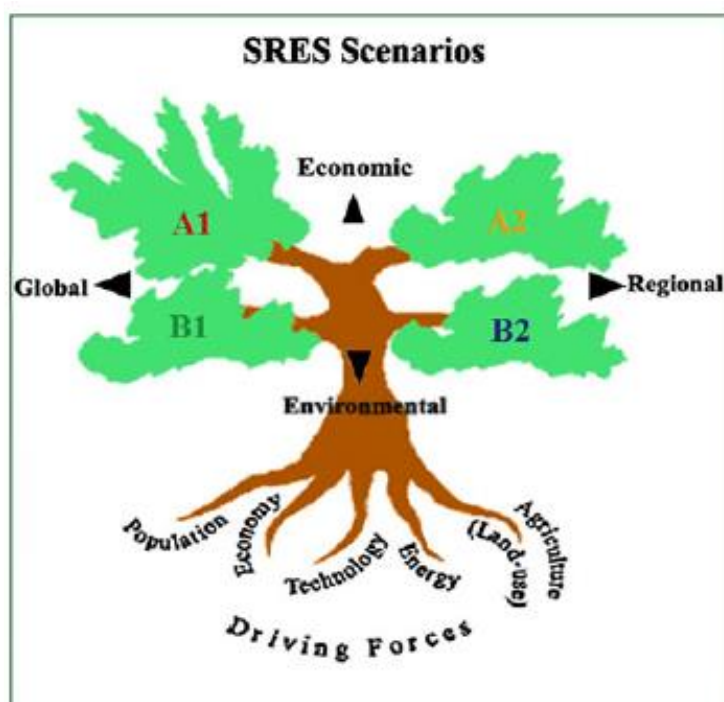
Penelitian menunjukkan bahwa negara dan kelompok termiskin dalam populasi sangat terpengaruh pada perubahan iklim tersebut, seperti banjir, kekeringan dan longsor.<sup>2</sup>

Sejumlah analisis statistik telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh pertumbuhan populasi terhadap perkembangan ekonomi, perubahan teknologi, konsumsi energi dan emisi karbon. Studi dengan menggunakan model STIRPAT (*Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence and Technology*) dan data seri waktu multinasional menunjukkan bahwa peningkatan 1% populasi akan meningkatkan 1% emisi karbon.<sup>3</sup> Emisi karbon

akan menyebabkan peningkatan suhu bumi. Pemanasan ini menyebabkan perubahan siklus hidrologi dalam skala besar, yakni peningkatan kandungan uap air di atmosfer, perubahan pola dan intensitas curah hujan, penurunan tutupan salju dan pelelehan es, serta perubahan kelembapan tanah.<sup>4</sup>

*Special Report on Emission Scenarios* (SRES) yang dilakukan *Intergovernmental*

*Panel on Climate Change* (IPCC) mengidentifikasi pertumbuhan populasi, pertumbuhan ekonomi, perubahan teknologi serta perubahan pola penggunaan lahan dan energi merupakan faktor penggerak utama terhadap emisi gas rumah kaca. Skema di bawah ini menggambarkan akar permasalahan dan 4 kelompok dari skenario SRES yang mewakili perubahan di masa mendatang.<sup>1</sup>



**Gambar 1. Skema ilustrasi SRES IPCC**

Skenario A (A1, A2) pada bagian atas pohon iklim diasumsikan sebagai jalur yang berfokus pada pertumbuhan ekonomi, sementara Skenario B (B1, B2) pada bagian bawah mewakili pola pengembangan yang lebih ramah lingkungan. Kemudian skenario 1 (A1, B1) pada sisi kiri diasumsikan adanya globalisasi, sementara skenario 2 (A2, B2) pada sisi kanan diasumsikan sebagai kondisi

dengan kerja sama global yang rendah, teknologi rendah dan sedikit dukungan yang diberikan negara kaya kepada masyarakat miskin global. Keempat kelompok dari alur skema ini menunjukkan beberapa kemungkinan jalan yang dapat dialami dan keterkaitannya terhadap emisi gas rumah kaca, sehingga dapat digunakan untuk memprediksi perubahan iklim di masa depan.<sup>1</sup>

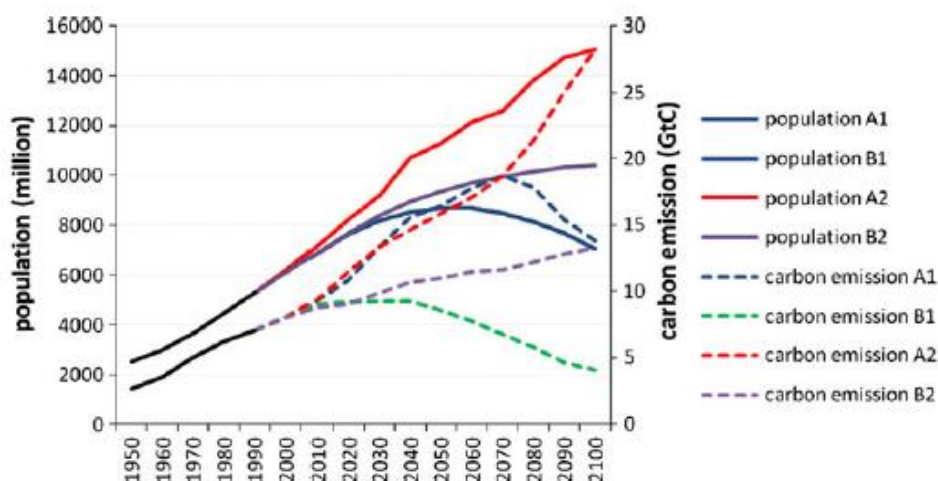
**Tabel 1. Asumsi dari empat kelompok dalam skenario SRES**

	A1	A2	B1	B2
Population growth	Low	High	Low	Medium
GDP growth	Very high	Medium	High	Medium
Technological change	Rapid	Slow	Medium	Medium
Energy use	Very high	High	Low	Medium
Land-use changes	Low/medium	Medium/high	High	Medium

Pada skenario B2, beberapa bagian di dunia akan terus berjalan pada jalur pembangunan dengan transfer teknologi yang rendah, pertumbuhan populasi sedang dan tingkat ekonominya menengah. Skenario A2 memiliki pertumbuhan perekonomian regional yang terfragmentasi (serupa dengan B2) namun pertumbuhan penduduknya paling cepat secara keseluruhan. Meskipun pada skenario A2 lebih berorientasi pada pertumbuhan ekonomi, namun pertumbuhan GDP per kapita A2 paling rendah di antara semua skenario.<sup>1</sup>

Sementara itu pada skenario A1 berfokus pada pertumbuhan ekonomi seperti

halnya skenario A2 namun lebih terintegrasi dengan cepatnya transfer teknologi, pendapatan dan gaya hidup yang konvergen global, serta laju pertumbuhan penduduk yang lambat. Skenario B1 juga diasumsikan sebagai dunia yang terintegrasi, namun berbeda dari A1, skenario ini lebih ramah lingkungan serta bertumpu pada stabilitas ekonomi, sosial dan lingkungan. Dengan tingkat pertumbuhan penduduk yang lambat, penggunaan teknologi yang bersih dan efisien pada sumber daya, kelompok B1 akan mencapai pertumbuhan ekonomi yang cepat.<sup>1</sup>



**Gambar 2. Perubahan populasi dan emisi karbon menurut skenario IPCC SRES. Sumber data : output dari model MESSAGE yang dilakukan oleh International Institute for Applied System Analysis (IIASA)**

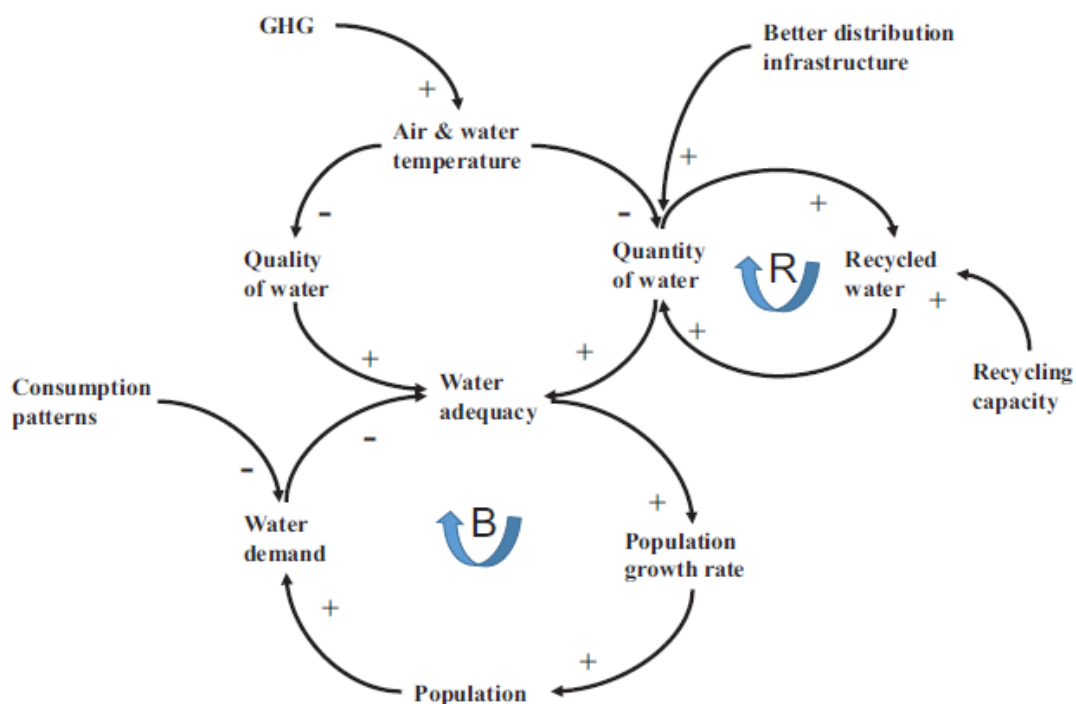
Penerapan model penilaian yang terintegrasi pada skenario SRES di atas menunjukkan adanya hubungan antara pertumbuhan populasi dan emisi karbon di masa mendatang. Secara umum pertumbuhan populasi yang lebih tinggi akan meningkatkan emisi gas rumah kaca. Sementara itu pada pertumbuhan populasi yang sama, namun pola ekonomi dan teknologi yang berbeda menghasilkan hasil emisi yang berbeda pula. Dan pada kondisi tertentu, dampak dari pertumbuhan ekonomi dan perubahan teknologi cenderung lebih berpengaruh pada emisi karbon daripada pertumbuhan populasi itu sendiri.

Sebelumnya telah disinggung bahwa peningkatan pertumbuhan populasi dan emisi karbon akan menimbulkan pemanasan global. Salah satu dampak yang menjadi masalah global di antaranya adalah ketersediaan air. Air tawar merupakan sumber yang langka, hanya 2,5% dari total volume air di bumi ini yang berupa air tawar dan jumlah terbesar berada di dalam tanah.<sup>5</sup> Kebutuhan akan air tawar ini terus meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan populasi, polusi air, pertumbuhan ekonomi dan juga perkembangan teknologi.<sup>6</sup> Perubahan pola penggunaan lahan, proses alam, aktivitas manusia dan perubahan iklim merupakan kombinasi kompleks yang mempengaruhi keberadaan air tawar.<sup>7</sup> Oleh karena itu, tidak dapat dipungkiri bahwa ketersediaan air menjadi permasalahan di seluruh bagian dunia.<sup>8</sup>

Urbanisasi merupakan salah satu bentuk dari perubahan penggunaan lahan yang dilakukan oleh manusia. Aktivitas ini akan

memberikan tekanan pada sumber daya air, karena manusia terfokus di satu area. Penggunaan air di perkotaan saat ini mencapai rata-rata 10-20% dari total penarikan air dan permintaan ini terus meningkat pesat sebagai dampak langsung pertumbuhan penduduk di daerah perkotaan.<sup>9</sup> Laporan IPCC menunjukkan bahwa pertumbuhan kota-kota besar di negara berkembang dan tingkat urbanisasi yang tinggi menyebabkan kerentanan pada masyarakat perkotaan.<sup>10</sup> Pertumbuhan ini tentu akan membatasi jumlah ketersediaan air per orang, karena peningkatan konsumsi air per kapita akibat dari pembangunan.<sup>11</sup>

Sebuah penelitian telah dilakukan oleh Okello *et al* (2015) bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh pertumbuhan populasi yang diinduksi oleh perubahan penggunaan lahan dan perubahan iklim terhadap ketersediaan air di Lamu Island, Kenya. Studi tersebut menunjukkan bahwa skenario pembangunan *Lamu Port-South Sudan-Ethiopia Transport Corridor Program* (LAPSSSET) akan mempercepat terjadinya kehabisan ketersediaan air pada akuifer Shela yang diprediksikan akan terjadi antara tahun 2020-2028. Sementara itu untuk skenario “tidak ada pengembangan industri”, ketersediaan air diperkirakan akan tetap ada di tahun 2065. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan populasi yang diperparah oleh perubahan penggunaan lahan akan menjadi kekuatan pendorong yang lebih signifikan terhadap ketersediaan air daripada perubahan iklim itu sendiri.<sup>12</sup>

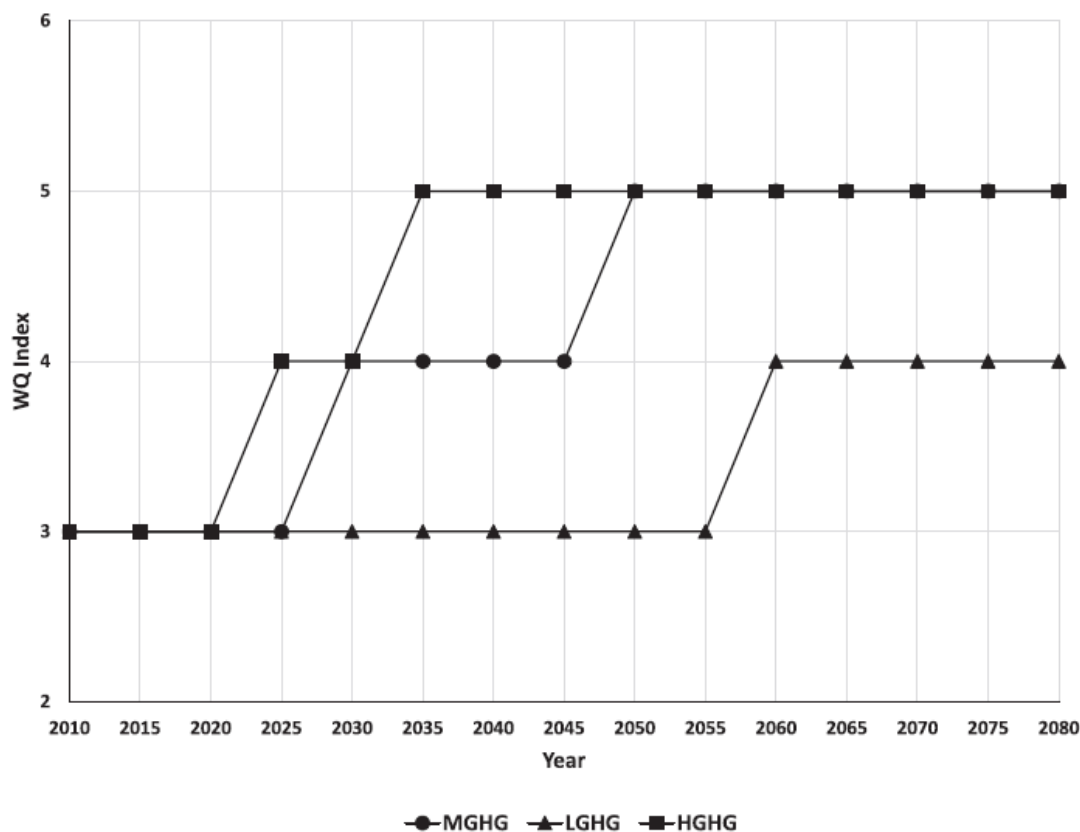


Gambar 3. Model diagram lingkaran kausal

Diagram ini menunjukkan Green House Gas (GHG) merupakan variabel eksogen yang dapat meningkatkan suhu air dan udara. Kenaikan suhu ini kemudian menurunkan kualitas dan kuantitas air, yang keduanya akan mengurangi kecukupan air. Ketika kecukupan air menurun, maka akan diikuti oleh penurunan laju pertumbuhan populasi, dan berdampak pada populasi. Ketika populasi berkurang, permintaan air juga berkurang, sehingga meningkatkan kecukupan air. Dengan demikian, kecukupan air melalui laju pertumbuhan populasi, populasi dan permintaan air, menggambarkan suatu keseimbangan pada lingkaran kausal “B” (*Balancing*). Sementara itu terdapat pula diagram lingkaran “R” (*Reinforcing*) yang dijelaskan oleh proses daur ulang air : ketika

kuantitas air meningkat, maka air yang akan didaur ulang juga akan meningkat, sehingga terdapat peningkatan kuantitas air. Dengan meningkatkan kapasitas daur ulang, jumlah air yang didaur ulang akan meningkat.<sup>13</sup>

Terdapat beberapa variabel eksogen yang mempengaruhi kuantitas dan permintaan air. Di satu sisi, dengan infrastruktur distribusi yang lebih baik, dapat mencegah kebocoran air, sehingga kuantitas air dapat meningkat. Peningkatan kapasitas daur ulang yang ditingkatkan juga akan meningkatkan jumlah air yang akan didaur ulang. Di sisi lain, dengan melakukan modifikasi pola konsumsi (rumah tangga, industri, pertanian, air virtual) dalam penggunaan air yang lebih baik, akan mengurangi kebutuhan air.<sup>13</sup>



Gambar 4. Skenario kualitas air

Studi telah dilakukan oleh Duran *et al* untuk mengetahui dampak perubahan iklim global terhadap kuantitas dan kualitas air. Parameter kualitas air yang digunakan penelitian ini adalah *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Fecal Coliforms* (FC). Studi ini menunjukkan bahwa kualitas air akan mencapai status terkontaminasi pada tahun 2028 dengan menggunakan skenario MGHG (*Medium Green House Gas*) dan status air terkontaminasi berat pada tahun 2047. Pada skenario LGHG (*Low GHG*) air akan terkontaminasi di tahun 2058, dan diprediksikan tidak akan terjadi kontaminasi berat. Sedangkan pada skenario HGHG (*High*

*GHG*) air akan mengalami kontaminasi pada tahun 2021 dan akan terkontaminasi berat di tahun 2033. Dengan demikian kualitas air lebih sensitif terhadap perubahan GHG daripada kuantitas air.<sup>13</sup>

Pertumbuhan penduduk dan perubahan iklim global merupakan permasalahan dihadapi oleh setiap negara di berbagai penjuru dunia. Ketersediaan dan kualitas air merupakan faktor utama untuk keberlanjutan kehidupan industri dan rumah tangga. Perubahan suhu memiliki dampak yang dapat diprediksi terhadap kuantitas dan kualitas air. Oleh karena itu diperlukan kebijakan dan tindakan yang terintegrasi untuk mengatasi masalah kelangkaan dan kontaminasi air.

**REFERENSI**

1. Nakićenović N, Intergovernmental Panel on Climate Change (eds). *Special report on emissions scenarios: a special report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge ; New York: Cambridge University Press, 2000.
2. Jiang L, Hardee K. How do Recent Population Trends Matter to Climate Change? *Popul Res Policy Rev* 2011; 30: 287–312.
3. Rosa EA, York R, Dietz T. Tracking the Anthropogenic Drivers of Ecological Impacts. *AMBIO J Hum Environ* 2004; 33: 509–512.
4. Huntington TG. Evidence for intensification of the global water cycle: Review and synthesis. *J Hydrol* 2006; 319: 83–95.
5. Priyantha Ranjan S, Kazama S, Sawamoto M. Effects of climate and land use changes on groundwater resources in coastal aquifers. *J Environ Manage* 2006; 80: 25–35.
6. Schleich J, Hillenbrand T. Determinants of residential water demand in Germany. *Ecol Econ* 2009; 68: 1756–1769.
7. Sun Y, Tong STY, Fang M, et al. Exploring the effects of population growth on future land use change in the Las Vegas Wash watershed: an integrated approach of geospatial modeling and analytics. *Environ Dev Sustain* 2013; 15: 1495–1515.
8. Ding Y, Tang D, Dai H, et al. Human-Water Harmony Index: A New Approach to Assess the Human Water Relationship. *Water Resour Manag* 2014; 28: 1061–1077.
9. Srinivasan V, Seto KC, Emerson R, et al. The impact of urbanization on water vulnerability: A coupled human–environment system approach for Chennai, India. *Glob Environ Change* 2013; 23: 229–239.
10. Si P, Zheng Z, Ren Y, et al. Effects of urbanization on daily temperature extremes in North China. *J Geogr Sci* 2014; 24: 349–362.
11. Thomas J-S, Durham B. Integrated Water Resource Management: looking at the whole picture. *Desalination* 2003; 156: 21–28.
12. Okello C, Tomasello B, Greggio N, et al. Impact of Population Growth and Climate Change on the Freshwater Resources of Lamu Island, Kenya. *Water* 2015; 7: 1264–1290.
13. Duran-Encalada JA, Paucar-Caceres A, Bandala ER, et al. The impact of global climate change on water quantity and quality: A system dynamics approach to the US–Mexican transborder region. *Eur J Oper Res* 2017; 256: 567–581.