

BAB II

PROYEK EAST DAN PERKEMBANGANNYA

2.1 Definisi EAST dan Perkembangannya

Proyek EAST (*Experimental Advanced Superconducting Tokamak*) merupakan salah satu proyek yang di kerjakan oleh Tiongkok dalam bidang energi nuklir. Proyek ini dalam pengoperasannya menggunakan hydrogen dan gas deuterium sebagai bahan bakarnya. Target EAST sendiri yaitu menghasilkan arus 1 juta ampere berdurasi detik dan suhunya mencapai 100 juta derajat celcius. Dan proyek ini telah mencapai ketiga target tersebut. Tujuan utama dari proyek ini yaitu menciptakan fusi nuklir untuk menghasilkan energi bersih dan tidak terbatas. Fusi nuklir merupakan proses penggabungan dua atom seperti deuterium dan tritium. Pada tahun 2022 lalu, matahari di Tiongkok panasnya tujuh kali lebih panas dari matahari asli. Proyek ini telah di rancang sejak tahun 2006 dengan mulai membuat mesin reactor yang di beri nama proyek EAST (*Experimental Advanced Superconducting Tokamak*). Mesin ini di beri nama tokamak dengan tinggi 11 meter, diameter 8 meter dan memiliki berat 400 ton.

Pada tahun 2018, tim yang berasal dari *Hefei Institutes of Physical Science of The Chinese Academy of Sciences* memberitahukan bahwa mesin reactor yang suhunya mencapai suhu 100 juta derajat Celcius di beri nama “matahari buatan”. Seperti yang sudah di jelaskan di paragraph pertama bahwa alasan utama Tiongkok membuat mesin reactor ini yaitu untuk mengubah hydrogen menjadi energi hijau yang hemat biaya. Dari reaksi fusi inilah menghasilkan energi matahari. Kemudian

pada tanggal 7 Desember 2020, matahari China ini resmi di nyalakan untuk pertama kalinya di Chengdu, China. Dan hasil suhu panasnya pun mencapai tujuh kali panas matahari asli. Techworm yang merupakan seorang peneliti menjelaskan bahwa fusi nuklir ini merupakan terobosan bagus manusia untuk mendapatkan energi. Bahan mentah yang di dapat seperti deuterium dan tritium melimpah di lautan.

Fusi nuklir ini tidak menghasilkan limbah radioaktif, yang artinya ramah lingkungan dan tidak selalu bergantung pada energi fosil yang saat ini semakin menipis. Kemudian Matthew Hole, seorang professor dari *Australian National University* mengatakan bahwa pencapaian dari pemanfaatan fusi nuklir ini bisa jadi solusi untuk permasalahan energi global dan menjadi perkembangan yang masuk ke kategori penting untuk dunia. Tiongkok mengembangkan perangkat Tokamak di *Hefei of Physical Science of Chinese Academy of Sciences*. Alat ini memang di rancang untuk meniru proses fusi nuklir seperti matahari dan bintang-bintang yang terjadi secara alami. Lin Boxiang, Direktur Pusat Penelitian Ekonomi Energi China di Universitas Xiamen mengatakan bahwa teknologi ini di terapkan secara komersial akan memiliki manfaat ekonomi yang besar. Selain itu juga teknologi ini masih dalam tahap percobaan dan membutuhkan waktu 30 tahun untuk dapat keluar dari laboratorium.

EAST merupakan bagian dari fasilitas Reaktor Eksperimental Termonuklir Internasional (ITER). ITER ini adalah proyek sains besar global kedua setelah Stasiun Luar Angkasa Internasional dari segi ukuran. Proyek ini sedang di bangun di China, Uni Eropa, India, Jepang, Korea Selatan, Rusia dan AS. Keberhasilan

proyek ini penting dalam penggunaan fusi internasional di masa depan. Fasilitas ini di kerjakan oleh 400 ilmuwan dan insinyur.

2.2 Kondisi Lingkungan Akibat Dari Penggunaan Energi Fosil

Tiongkok merupakan salah satu konsumen dan produsen bahan bakar fosil terbesar di dunia. Bahan bakar ini terdiri dari batu bara, minyak dan gas alam. Dimana dalam hal ini, semua energi memainkan peran penting dalam menggerakkan ekonomi Tiongkok. Yang merupakan konsumen energi terbesar di dunia. Penggunaan energi fosil paling banyak di gunakan untuk pembangkit listrik, transportasi dan proses industry. Awalnya penggunaan energi Tiongkok di dominasi oleh batu bara karena cadangannya melimpah. Tetapi seiring berjalannya waktu, Tiongkok memanfaatkan energi fosil untuk kebutuhannya.

Penggunaan energi fosil paling banyak di gunakan untuk pembangkit listrik. Sekitar 70 % dari bahan bakar fosil²⁰. Tiongkok memiliki konsumsi energi fosil sebesar 122,67 eksajoule dan mencakup 26,5% dari total konsumsi energi fosil dunia. Berkat adanya energi terbarukan, bahan bakar fosil Tiongkok hanya menyumbang kurang dari setengah total kapasitas listrik terpasang di China. Kapasitas energi terbarukan di Tiongkok telah tumbuh pesat dalam beberapa tahun terakhir karena lebih banyak berinvestasi dalam proyek besar angin dan surya. Kapasitas daya energi mengacu pada jumlah maksimum listrik yang ada dan di hasilkan oleh pembangkit listrik. Pembangkit listrik dari bahan bakar fosil

²⁰ Hilton, Isabel (2024). Yale Environment 360. *How China Became the World's Leader on Renewable Energy*. <https://e360.yale.edu/features/china-renewable-energy> (18/08/2024, 09.12 WIB)

kapasitasnya lebih banyak di bandingkan dengan energi batu bara. Energi fosil di eksploitasi oleh Tiongkok secara besar-besaran. Hal ini juga menyebabkan polusi udara dan menyebabkan banyak kematian²¹.

Pembakaran bahan bakar fosil ini merupakan sumber utama permasalahan udara dan merusak lapisan ozon. Pembakaran fosil menyebabkan polusi udara dan berdampak buruk bagi kesehatan terutama penyakit pernapasan. Sedangkan penyakit pada anak-anak yaitu merusak perkembangan otak, sistem pernapasan, detoksifikasi, kekebalan tubuh dan pengaturan suhu tubuh yang belum teratur. WHO (*World Health Organization*) memperkirakan bahwa pada tahun 2012, kematian global terjadi pada anak-anak. Selain berdampak buruk pada kesehatan, polusi yang di hasilkan oleh pembakaran fosil juga berdampak pada lingkungan. Emisi gas rumah kaca juga merupakan salah satu dampak dari penggunaan fosil yang nantinya hal ini menjadi pendorong utama perubahan iklim. Pembakaran fosil ini mengancam kelangsungan hidup ribuan spesies hewan dan tumbuhan di Tiongkok. Ribuan spesies banyak yang mati karena tercemar oleh polusi udara. Oleh karena itu banyak spesies yang berkurang. Hilangnya keanekaragaman hayati ini membuat spesies terancam.

²¹ Environmental Research. 2021. *Fossil fuel air plution responsible for 1 in 5 deaths worldwide*. HARVARD T.H. CHAN. <https://www.hsph.harvard.edu/c-change/news/fossil-fuel-air-pollution-responsible-for-1-in-5-deaths-worldwide/> (18/08/2024, 10.21 WIB)

2.3 Kondisi Kebutuhan Energi Tiongkok Bagi Industri

Pada tahun 1949, Tiongkok telah memulai industrialisasi dan masuk ke dalam sistem perdagangan global pasca tahun 1978.²² Sejak tahun 1978, Tiongkok beralih dari otonomi terpusat menjadi otonomi pasar. Yang artinya segala sektor terpusat ke pasar. Tiongkok mengalami kemunduran pada saat itu, tetapi tetap menjadikan Tiongkok menjadi negara perdagangan terbesar di dunia. Pertumbuhan ekonomi menjadi kekuatan pendorong dalam pembangunan Tiongkok pada saat itu. Kebijakan industri untuk menopang pertumbuhan ekonomi yaitu dengan cara memanfaatkan sumber dayanya dengan baik. Setelah tahun 1978, evolusi untuk perdagangan dan kewirausahaan mulai muncul. Pada tahun 2001, Tiongkok bergabung dengan *World Trade Organization* (WTO).²³

Perjalanan Tiongkok sejak di pimpin oleh Mao Zedong hingga Deng Xiaoping sangatlah rumit untuk menuju pembangunan berkelanjutan. Selain pengaruh reformasi, perkembangan pesat dalam bergabungnya Tiongkok ke dalam WTO memberi pengaruh yang signifikan dalam sektor perdagangan. Tiongkok memiliki strategi untuk pasar Internasional. Ini hal yang baik bagi Tiongkok. Namun, terdapat banyak kelemahan dalam pemerintahan Tiongkok terutama kekuasaan partai komunis. Partai komunis di Tiongkok memiliki sifat kurang adil dan tidak memiliki aturan hukum untuk melindungi hak-hak fundamental. Oleh karena itu, perencanaan/strategi yang telah tersusun terhambat. Bergabungnya

²² CATO INSTITUTE. James A. Dorn. 2023. *China's Post-1978 Economic Development and Entry into the Global Trading System*. <https://www.cato.org/publications/chinas-post-1978-economic-development-entry-global-trading-system> (18/06/2024, 07.12 WIB)

²³ World Trade Organization. 2024. *China and the WTO*. https://www.wto.org/english/thewto_e/countries_e/china_e.htm (18/06/2024, 07.30 WIB)

Tiongkok bersama WTO memiliki peluang yang cukup besar terutama terhadap perekonomiannya. Sektor ekonomi berdampak pada industrialisasi Tiongkok. Industrialisasi Tiongkok kebanyakan pada sektor industri.²⁴ Kebijakan industri Tiongkok di maksudkan untuk meningkatkan daya saing perusahaan dan sektor Tiongkok dalam energi untuk perusahaan-perusahaan internasional dan dalam negeri. sektor industri Tiongkok dari tahun 1970 hingga tahun 2020 memiliki pandangan mendalam mengenai rencana lima tahun Tiongkok dan dampak potensialnya terhadap pertumbuhan dan pembangunan negara.

Kebutuhan energi Tiongkok pada sektor industri di antaranya di gunakan untuk pembangkit listrik. Industri energi listrik di Tiongkok merupakan produsen listrik terbesar di dunia setelah AS.²⁵ Penggunaan listrik Tiongkok di gunakan untuk kebutuhan industri dan rumah tangga. Namun lebih banyak di keluarkan untuk industri. Mulai dari pembangkit listrik tenaga angin hingga uap, semua di kerjakan oleh Tiongkok untuk memenuhi kebutuhan industri. energi yang di gunakan berasal dari batu bara untuk listrik sendiri. Kemudian energi yang lainnya seperti minyak dan biomassa di gunakan untuk lainnya tetapi tidak banyak seperti penggunaan batu bara.

2.3.1 Penggunaan Energi Dari Tahun 1970 Hingga 1990

Pada tahun ini, kebutuhan energi Tiongkok mengalami pertumbuhan pesat seiring dengan perkembangan ekonomi dan industrialisasi yang pesat.

²⁴ CSIS. 2024. *Kebijakan Industri Tiongkok*. <https://www.csis.org/programs/chinese-business-and-economics/projects/chinese-industrial-policy> (18/06/2024, 08.10 WIB)

²⁵ Enerdata. 2023. <https://yearbook.enerdata.net/electricity/world-electricity-production-statistics.html> (18/06/2024, 08.10 WIB)

Pembangunan infrastruktur terus di lakukan guna untuk memenuhi kebutuhan ekonomi dan permintaan pasar. Penggunaan energi ini mulai dari batubara, minyak, listrik dan energi terbarukan. Yang pertama adalah penggunaan batubara, dimana batubara ini merupakan sumber energi utama di Tiongkok pada tahun itu. Batubara telah menyumbang lebih dari 70% dari total konsumsi energi. Yang kedua ada minyak, dimana minyak pada saat itu lebih banyak di gunakan pada sektor transportasi dan lagi lagi industrialisasi. Yang ketiga ada listrik, konsumsi listrik pada saat itu maju pesat karena di dorong oleh elektrifikasi pedesaan dan perluasan jaringan listrik di setiap daerah. Kemudian yang terakhir ada penggunaan energi terbarukan, tetapi tidak banyak di gunakan dan masih terbatas jumlahnya. Sumber energi ini adalah tenaga air dan biomassa.²⁶

Reformasi ekonomi Tiongkok yang di mulai pada akhir tahun 1970-an itu menjadikan Tiongkok mengalami pertumbuhan ekonomi yang sangat cepat. Pertumbuhan ini menyebabkan peningkatan signifikan dalam kebutuhan energi untuk mendukung industry, transportasi dan juga infrastruktur yang berkembang. Meskipun di katakan bahwa penggunaan energi batu bara meningkat karena menjadi bahan bakar utama, Tiongkok juga mulai berinvestasi sedikit demi sedikit dalam penggunaan energi hidroelektrik dan juga nuklir yang berfungsi untuk mengurangi ketergantungan pada energi batubara dan juga meningkatkan kegunaannya. Infrastruktur yang di bangun oleh Tiongkok sendiri pada tahun ini yaitu pembangkit listrik dan jaringan distribusi listrik yang luas. Hal ini juga

²⁶ Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser (2019) - "Access to Energi" Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: '<https://ourworldindata.org/energi-access>' [Online Resource] (18/06/2024,10.25 WIB)

tentunya kembali ke fungsi utama dalam penggunaan energi di tahun ini, yaitu mendukung pertumbuhan industry dan perkotaan yang pesat.

Yang terakhir yaitu pengaruh politik yang di pengaruhi oleh perubahan politik dalam negeri dan juga hubungannya dengan negara lain.kebijakan energi yang telah direncanakan dan di bentuk leh pemerintah tentunya juga membawa dampak signifikan terhadap kebutuhan energi dalam negeri.²⁷

Tabel 2. 1 Penggunaan Batu Bara

Tahun	Konsumsi Energi Primer (TBE)	Pertumbuhan Tahunan Rata-rata (%)	Batubara (%)	Minyak Bumi (%)	Gas Alam (%)	Energi Terbarukan (%)
1970	320	-	73.7	16.2	2.4	7.7
1971	330	3.1	74.2	16.0	2.5	7.3
1972	340	3.0	74.7	15.8	2.6	6.9
1973	350	2.9	75.2	15.6	2.7	6.5
1974	360	2.9	75.7	15.4	2.8	6.1
1975	370	2.8	76.2	15.2	2.9	5.7
1976	380	2.7	76.7	15.0	3.0	5.3
1977	390	2.6	77.2	14.8	3.1	4.9
1978	400	2.6	77.7	14.6	3.2	4.5
1979	410	2.5	78.2	14.4	3.3	4.1
1980	420	2.4	78.7	14.2	3.4	3.7

²⁷ IEA (International Energi Agency) 50. Energi System Of Tiongkok. <https://www.iea.org/countries/tiongkok> (19/04/2024,14.26 WIB)

1981	430	2.4	79.2	14.0	3.5	3.3
1982	440	2.3	79.7	13.8	3.6	2.9
1983	450	2.3	80.2	13.6	3.7	2.5
1984	460	2.2	80.7	13.4	3.8	2.1
1985	470	2.2	81.2	13.2	3.9	1.7
1986	480	2.1	81.7	13.0	4.0	1.3
1987	490	2.1	82.2	12.8	4.1	0.9
1988	500	2.0	82.7	12.6	4.2	0.5
1989	510	2.0	83.2	12.4	4.3	0.1
1990	520	1.9	83.7	12.2	4.4	-0.3

Sumber: Tiongkok Power (<https://tongkokpower.csis.org/energi-footprint/>)

Data di atas menunjukkan bahwa sejak tahun 1970 hingga tahun 1990 terbukti Tiongkok menggunakan batu bara sebagai penggunaan energi utama. Penggunaan energi batu bara tersebut di gunakan oleh Tiongkok untuk pembangkit listrik. Pada tahun 1970 Tiongkok menghabiskan 5,5 % batu bara untuk listrik di tahun 1975 meningkat menjadi 9,6 % dan tahun 1980 12,7 %. Kemudian tahun 1985 17,1 % dan terakhir tahun 1990 yaitu 22,1 %. Dapat dilihat bahwa penggunaan batu bara ini meningkat setiap tahunnya. Dan peningkatan batu bara ini telah di jelaskan sebelumnya bahwa untuk pembangkit listrik.

2.3.2 Penggunaan Energi Dari Tahun 1990 Hingga 2010

Pada tahun ini, peningkatan konsumsi energi pesat karena pertumbuhan ekonomi juga cepat. Pada tahun 1990 sebelumnya, konsumsi energi utama Tiongkok mencapai 1,1 miliar ton dan kebanyakan dari batu bara. Angka ini kemudian meledak di tahun 2010 menjadi 3,1 miliar. Ada 7,2 % rata-rata per tahun

dalam penggunaan energi. Bagaimana dengan sumber energi? Tentu saja tahta tertinggi masih di pegang oleh batu bara. Dimana memang batu bara ini menjadi sumber energi utama yang menyumbang lebih dari 70 % konsumsi utama di tahun 1990 dan 60 % di tahun 2010. Selanjutnya ada minyak bumi sebagai sumber energi kedua setelah batu bara. Dimana pada tahun 1990 berkontribusi sebanyak 18 % dan di tahun 2010 meningkat menjadi 22 %. Yang ketiga terdapat gas alam, dimana pada tahun 1990 menyumbang 3 % dan tahun 2010 menyumbang 7 %. Penggunaan sumber energi lainnya yaitu tenaga air dan angin yang menyumbang kurang dari 1 % dan tahun 2010 sebanyak 3 %. Kedua energi ini tidak terlalu di butuhkan dalam penggunaannya.²⁸

Tabel 2. 2 Konsumsi Energi tahun 1990-2010

Tahun	Konsumsi Energi Primer (TBE)	Pertumbuhan Tahunan Rata-rata (%)	Batubara (%)	Minyak Bumi (%)	Gas Alam (%)	Energi Terbarukan (%)
1990	1.100	-	73.1	17.7	2.7	0.5
1991	1.210	9.1	74.3	17.2	2.8	0.7
1992	1.330	9.9	75.5	16.7	2.9	0.9
1993	1.450	9.1	76.8	16.1	3.0	1.1
1994	1.580	9.0	77.8	15.7	3.2	1.3
1995	1.720	8.9	78.9	15.4	3.3	1.4

²⁸ Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2020, May 2). Great Wall of Tiongkok summary. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/summary/Great-Wall-of-Tiongkok> (20/04/2024,21.44 WIB)

1996	1.870	8.7	79.8	15.1	3.4	1.7
1997	2.030	8.5	80.7	14.9	3.5	1.9
1998	2.190	7.9	81.5	14.7	3.6	2.2
1999	2.360	7.8	82.2	14.5	3.7	2.6
2000	2.530	7.2	82.8	14.3	3.8	3.1
2001	2.710	7.1	83.3	14.1	3.9	3.7
2002	2.900	7.0	83.7	13.9	4.1	4.3
2003	3.100	6.9	84.0	13.7	4.2	4.9
2004	3.310	6.8	84.3	13.5	4.3	5.5
2005	3.520	6.7	84.6	13.3	4.4	6.1
2006	3.730	6.0	84.8	13.2	4.5	6.5
2007	4.020	7.8	84.9	13.1	4.6	7.4
2008	4.260	6.0	84.7	13.0	4.8	7.5
2009	4.330	1.6	84.4	12.9	4.9	7.8
2010	4.690	8.6	82.9	13.7	5.3	8.1

Sumber: Tiongkok Power (<https://tongkokpower.csis.org/energi-footprint/>)

Antara tahun 1990-dan 2010, konsumsi energi Tiongkok meningkat pesat. Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan ekonomi yang cepat dan meningkatnya permintaan energi untuk sektor manufaktur, transportasi, dan rumah tangga. Pada periode ini, batubara adalah sumber energi utama Tiongkok, dengan gas alam dan minyak bumi juga memainkan peran penting. Meningkatnya konsumsi energi memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, yang mendorong pemerintah Tiongkok untuk mengambil langkah-langkah untuk meningkatkan efisiensi energi

dan mengurangi ketergantungan mereka pada batubara. Yang sebagaimana telah di realisasikan dengan baik. Oleh karena itu, Tiongkok kini memanfaatkan energi batu bara untuk pembangkit listrik.²⁹

2.3.3 Tahun 2010-2020

Kondisi kebutuhan energi pada tahun itu bisa di katakan sangat baik. Yang pertama karena di dorong oleh pertumbuhan ekonomi yang pesat dimana hal ini juga membuat adanya permintaan energi untuk industry, transportasi dan banyak sektor lainnya. Yang kedua adanya urbanisasi yang pesat untuk meningkatkan permintaan energi dari rumah tangga seperti pemanasan pendinginan hingga penerangan yang menjadi poin utama. Yang terakhir yaitu banyaknya permintaan dari kelas menengah seperti barang dan jasa, dimana hal ini tentunya membutuhkan energi yang sepadan. Dengan banyaknya permintaan energi untuk kebutuhan, pemerintah Tiongkok tentunya tidak tinggal diam. Terdapat langkah-langkah untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi ketergantungan batu bara yang selama ini menjadi sumber energi utama.

Langkah pertama yaitu meningkatkan standar efisiensi energi terutama untuk kebutuhan bangunan dan peralatan, mendorong pengembangan dan penggunaan energi terbarukan, investasi pada teknologi penangkapan dan penyimpanan karbon termasuk penerapan kebijakan harga karbon. Kedua, dengan peningkatan permintaan energi sangat menguntungkan Tiongkok yang mana telah menjadi pemimpin global dalam pengembangan dan investasi energi terbarukan

²⁹ *Ibid.*

seperti tenaga surya dan tenaga angin. Terakhir yaitu pemerintah Tiongkok meningkatkan ketahanan energi dan keamanan pasokan.³⁰ Berikut adalah data energi yang di gunakan oleh Tiongkok.

Tabel 2. 3 Penggunaan Energi Tahun 2010-2020

Tahun	Konsumsi Energi Primer (TBE)	Pertumbuhan Tahunan Rata-rata (%)	Batubara (%)	Minyak Bumi (%)	Gas Alam (%)	Energi Terbarukan (%)
2010	4.690	-	82.9	13.7	5.3	8.1
2011	4.910	4.6	83.1	13.5	5.4	8.0
2012	5.130	4.5	82.9	13.7	5.4	8.0
2013	5.310	3.5	82.7	13.8	5.5	8.0
2014	5.490	3.4	82.4	14.0	5.6	8.0
2015	5.370	-2.2	82.1	14.3	5.7	7.9
2016	5.580	3.9	81.7	14.6	5.8	7.9
2017	5.820	4.1	81.4	14.9	6.0	7.7
2018	5.990	3.0	80.9	15.1	6.2	7.8
2019	6.210	3.6	80.5	15.3	6.3	8.0
2020	5.700	-8.2	65.1	16.9	8.1	9.9

Sumber: Badan Energi Internasional (IEA), Administrasi Energi Nasional Tiongkok, dan Biro Statistik Nasional Tiongkok.

(<https://www.reuters.com/business/energi/uncertainty-is-key-ieas-hopes-tiongkoks-energi-transition-russell-2023-10-24/>)

³⁰ CISIS. Jon B. Alterman on his brief with Faris Al-Sulayman (December, 2023). *Tiongkok's Essential Role in the Gulf States' Energi Transitions*. <https://www.csis.org/analysis/tiongkoks-essential-role-gulf-states-energi-transitions> (22/04/2024,09.11 WIB)

Data di atas menunjukkan pada komposisi sumber energi Tiongkok masih sangat bergantung pada batu bara untuk memenuhi kebutuhan energi. Batu bara masih mendominasi sumber energi Tiongkok. Kemudian pada energi terbarukan mengalami pertumbuhan yang signifikan terutama pada tenaga angin dan surya. Dan di tahun 2020, Tiongkok menjadi pemimpin dunia seperti yang telah disebutkan sebelumnya. Kemudian untuk energi nuklir sendiri, Tiongkok memiliki beberapa reaktor nuklir yang sedang dibangun dan direncanakan untuk memperluas kapasitas nuklirnya di masa depan

2.4 Kondisi Kualitas Udara di Tiongkok

Tiongkok terkenal sebagai pencemar udara akibat industrialisasinya.³¹ Kondisi ekonomi Tiongkok pada saat itu tidak stabil. Namun setelahnya, Tiongkok memiliki pertumbuhan ekonomi yang pesat. Tiongkok memiliki polusi udara yang parah. Bahkan Tiongkok sendiri berada di peringkat paling bawah di antara negara-negara di seluruh dunia. Penyebab meluasnya polusi udara dapat dikaitkan dengan sejumlah faktor. Yang pertama kendaraan bermotor, pertumbuhan penduduk, hasil produksi pabrik dan cuaca yang ekstrem. Pabrik pembakaran batu bara karena industri juga berkontribusi besar terhadap kabut asap. Pabrik mengandalkan teknologi yang masih kurang dan tidak efisien. Kota yang berdampak besar adalah Beijing.

Kualitas udara memburuk pada saat musim semi dan musim panas. Polusi udara telah meningkat secara substansial selama bertahun-tahun yang

³¹ PRESSBOOKS. Mason F. Ye. 2015. *Penyebab dan Akibat Polusi udara di Beijing Tiongkok*. <https://ohiostate.pressbooks.pub/sciencebites/chapter/causes-and-consequences-of-air-pollution-in-beijing-china/> (22/04/2024, 12.21 WIB)

mengakibatkan kabut asap tebal yang seringkali menyelimuti kota. Kualitas udara yang buruk ini berdampak pada kesehatan warga negara, usia harapan hidup warga Beijing khususnya. Langkah-langkah darurat di berlakukan seperti penutupan pabrik sementara waktu. Badan Perlindungan Lingkungan Negara (SEPA) didirikan pada tahun 1998.³² Organisasi ini memiliki tugas yang sulit untuk mereformasi undang-undang lingkungan yang sering diabaikan oleh para pemimpin. Polusi udara di kota Beijing mempengaruhi kesehatan warganya dan mengancam keberhasilan dan perluasan kota di masa mendatang. Meskipun pencemaran sangat luas, beberapa polusi dapat di atasi melalui kebijakan SEPA yang di reformasi.

2.4.1 Tahun 1990-2000

Pada tahun ini, Tiongkok mengalami degradasi kualitas udara terutama di daerah perkotaan. Polusi udara menjadi masalah yang serius terutama pada kesehatan. Dan dampaknya saja hingga tingkat kematian dan penyakit berkepanjangan. Faktor yang mendorong adanya degradasi kualitas udara yaitu peningkatan pesat pada penggunaan batu bara untuk pembangkit listrik dan industri, pertumbuhan pesat kendaraan bermotor terutama di kota-kota besar, kurangnya control emisi yang efektif dari industry dan juga kendaraan bermotor dan cuaca yang tidak menguntungkan di beberapa daerah yang menjebak polutan di dekat permukaan tanah.

³² IW gef. 2024. *History*. https://iwlearn.net/abt_iwlearn/history-of-iw-learn (22/04/2024,12.21 WIB)

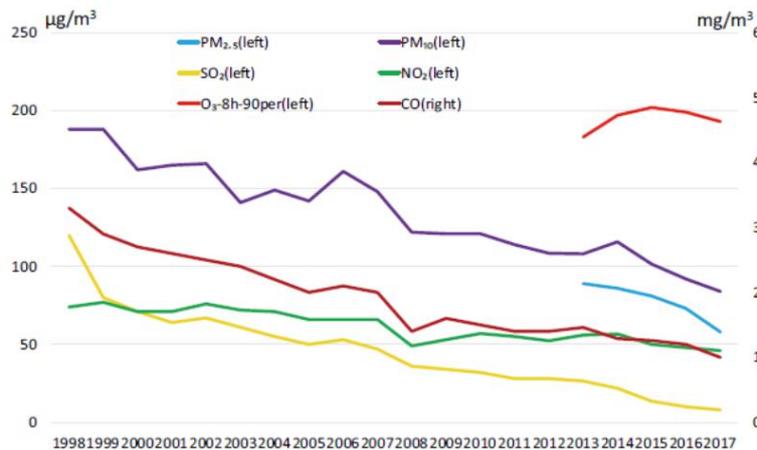
Polusi udara yang meningkat ini tentunya sangat berdampak terutama pada kesehatan. Yang pertama yaitu menyerang sistem pernapasan (ISPA, bronkitis dan emfisema). Yang kedua yaitu penyakit jantung seperti stroke dan serangan jantung. Yang ketiga jenis kanker seperti kanker paru-paru dan lainnya. Dan terakhir yaitu paling fatal menyerang kesehatan anak seperti asma dan menghambat perkembangan paru-paru. Jika sudah seperti ini, pemerintah Tiongkok tentunya segera mengambil kebijakan, di antaranya:

- Pada tahun 1990-an, pemerintah mengeluarkan UU peraturan tentang kualitas udara dan mulai menerapkan standar emisi untuk industry dan kendaraan bermotor
- Pada tahun 2000-an, pemerintah juga mengeluarkan Rencana Aksi Pencemaran Udara Nasional yang target utamanya untuk pengurangan emisi polutan

Kedua upaya di atas merupakan upaya pemerintah Tiongkok untuk awal menciptakan udara yang bersih dan berkualitas.³³

³³ WHO Tiongkok. *Air Pollution in Tiongkok*. <https://www.who.int/tiongkok/health-topics/air-pollution> (22/04/2024,13.27 WIB)

Gambar 2. 1 Parameter Polusi Beijing Tahun 1998-2017



Parameter polusi Beijing selama 1998-2017 (Sumber: PBB)

Sumber: Berita PBB

Data di atas juga di ambil dari SEPA (*State Environmental Protection Administration*) di tahun 2001, karena pada tahun 1990-2000 data yang tersedia masih terbatas. Kemudian terdapat stasiun pemantauan kualitas udara local. Meskipun tersedia tetapi tidak dapat terdokumentasi dengan baik dan jelas. Terakhir dari sumber akademik dan penelitian yang memberikan informasi tentang tingkat polutan di daerah tertentu sesuai waktunya. Data di atas merupakan konsentrasi polutan per unit volume udara. Karena biasanya untuk mengukur kualitas udara, di laporkan dalam konsentrasi polutan. Data di atas menunjukkan

ozon (O_3), dioksida nitrogen (NO_2), dioksida belerang (SO_2) dan karbon monoksida (CO).³⁴

2.4.2 Tahun 2000-2010

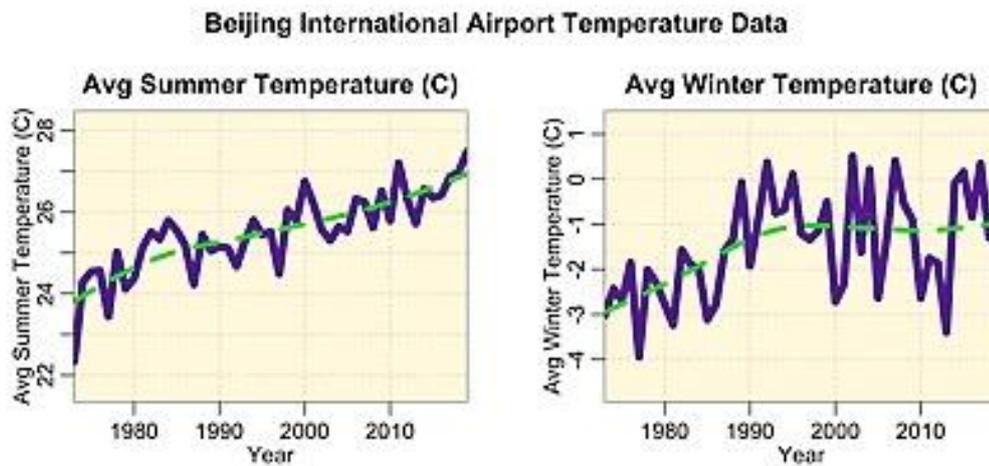
Pada tahun ini, terbagi menjadi 2 bagian yaitu degradasi dan masa pemulihan. Degradasi ini terjadi di tahun 2000-2005, yang mana tahun itu diwarnai dengan penurunan kualitas udara yang signifikan terutama di kota-kota besar. Tentunya hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor. Yang pertama karena pertumbuhan ekonomi yang pesat dan industrialisasi memicu emisi polutan yang tinggi. Yang kedua ketergantungan yang besar terhadap batubara untuk pembangkit listrik dan lagi-lagi ke industri. Yang ketiga peningkatan pesat kendaraan bermotor di kota-kota besar. Yang keempat yaitu kurangnya untuk mengontrol emisi dari industri dan kendaraan bermotor. Dan terakhir yaitu cuaca yang tidak menentu. Dampak yang ditimbulkan kurang lebih sama seperti tahun-tahun sebelumnya, yaitu penyakit pernapasan dan penyakit lainnya.

Bagian kedua yaitu upaya awal menuju pemulihan di tahun 2005-2010. Pada tahun ini, Pemerintah Tiongkok mulai mengambil langkah-langkah.. sebenarnya kurang lebih sama seperti tahun-tahun sebelumnya tetapi yang membedakan adalah pada tahun-tahun ini mulai meningkatkan investasi dalam teknologi pengendalian polusi, mempromosikan energi terbarukan dan efisiensi energi serta penegakan hukum bagi yang melanggar. Pada tahun-tahun ini juga,

³⁴ Our World in Data. *Share of the population exposed to air pollution levels above WHO guidelines, 1990 to 2017.* <https://ourworldindata.org/grapher/share-above-who-pollution-guidelines?tab=chart&country=CHN> (22/04/2024, 19.47 WIB)

beberapa kota meluncurkan program untuk mengurangi emisi. Terakhir yaitu kesadaran masyarakat meningkat tentang masalah polusi udara.³⁵

Gambar 2. 2 Temperatur Udara di beijing



Sumber: NASA (<https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>)

Data di atas menunjukkan bahwa terdapat penurunan dan peningkatan atau fluktuatif. Artinya upaya pemerintah dan kerjasama masyarakat mulai menunjukkan hasil. Pada tahun 2010, konsentrasi udara di Beijing turun 12% dibandingkan dengan tahun 2001. Kemudian di Shanghai turun 20% dan di Guangzhou turun 30%. Faktor utama yang mendorong penurunan yaitu penerapan standar emisi, menutup pembangkit listrik dan pabrik yang berpolusi tinggi, promosi energi terbarukan dan efisiensi energi yang mulai dikembangkan, peningkatan investasi dan penegakan hukum.

³⁵ Environment Go! *Top 8 Causes of Air Pollution in Tiongkok* (February, 2022). https://environmentgo.com/causes-of-air-pollution-in-tiongkok/#google_vignette (22/04/2024, 22.19 WIB)

2.5 Prediksi Kualitas Udara Tiongkok di Masa Depan

Kualitas udara di Tiongkok mengalami kenaikan setiap tahunnya. Dari data-data yang ada menunjukkan bahwa setiap tahun kondisi udara bukannya lebih baik tetapi justru tidak stabil. Udara yang ada merupakan polutan dari industrialisasi dan juga kendaraan. Hal ini membuktikan bahwa sulit bagi Tiongkok untuk memberikan udara yang bersih secara total. Di tambah kemajuan teknologi yang pesat menjadikan Tiongkok banyak memiliki permintaan terkait industri dan listriknya. Kemudian dengan kondisi udara yang tidak menentu, pastinya pemerintah akan terus menerapkan kebijakan terkait emisi, energi terbarukan dan efisiensi energi yang mana akan memainkan peran penting untuk menentukan kualitas udara kedepannya.

Selanjutnya mengenai perkembangan teknologi, dapat dipastikan bahwa perkembangan teknologi tidak akan berhenti disitu saja, melainkan akan terus berkembang terutama untuk pengendalian polusi, energi terbarukan dan penyimpanan energi untuk mengurangi emisi karbon. Selain itu, Tiongkok kedepannya juga akan sangat maju dalam sektor ekonomi. Pertumbuhan ekonomi yang semakin meningkat setiap tahun tidak dapat dipungkiri bahwa Tiongkok memegang kendali penuh atas perekonomian global.³⁶ Perekonomian Tiongkok dari tahun 1990 hingga tahun 2020 mengalami rata-rata pertumbuhan yang pesat yaitu sebesar 9,8 %. Tentunya di masa depan nanti tidak dapat dipungkiri bahwa Tiongkok memegang kendali atas perekonomian global. Ketika perekonomian

³⁶ ECONOMIST. *The surprisingly frank economic advice that Xi Jinping gets.* <https://www.economist.com/topics/tiongkok> (23/04/2024, 08.10 WIB)

Tiongkok mengalami peningkatan inilah otomatis permintaan energi dan emisi polutan juga meningkat. Selain itu juga dapat menciptakan peluang untuk investasi dan teknologi yang bersih.

Tentunya perubahan iklim juga sangat berpengaruh karena perekonomian yang tidak stabil. Dapat di ketahui bahwa kualitas udara di Tiongkok jauh dari kata sangat baik meskipun dapat di katakana sebagai negara maju. Karena industrialisasi di Tiongkok juga meningkat, emisi yang di keluarkan juga tidak cuma-cuma.³⁷ Perubahan iklim yang ada dapat memperburuk polusi udara di beberapa daerah dan dapat mendorong transisi ke energi terbarukan. Dari semua itu, dapat di prediksi juga bahwa Tiongkok akan sangat ambisius untuk mengurangi polusi udara dan emisi gas rumah kaca. Terkait investasi, kedepannya akan dilakukan ivestasi besar-besaran dalam energi terbarukan, efisiensi energi dan teknologi pengendalian polusi. Ekonomi Tiongkok akan beralih ke model yang lebih berkelanjutan dan rendah karbon. Untuk dampak perubahan iklim sendiri juga dapat di kurangi melalui mitigasi dan adaptasi.

Hasil akhir yang akan di dapat memiliki kemungkinan yang bisa saja terjadi dan berhasil. Hasil akhirnya yaitu kualitas udara di Tiongkok akan meningkat secara signifikan dengan konsentrasi polutan turun di bawah standar Internasional. Hal ini tentunya mengusung dampak positif terutama bagi kesehatan masyarakat, lingkungan dan ekonomi. Namun, kembali lagi yang namanya prediksi juga tidak akan selalu mengarah ke hal-hal yang baik saja, terdapat buruknya. Prediksi buruk

³⁷ INTERNATIONAL MONETARY FUND. Henry Hoyle and Sonali Jain-Chandra. *Tiongkok's Real Estate Sector: Managing the Medium-Term Slowdown* (2024). <https://www.imf.org/en/Countries/CHN> (23/04/2024, 21.52 WIB)

ini akan fatal jika benar terjadi. Yang pertama yaitu Tiongkok akan gagal dari penerapan kebijakannya selama ini, sejauh apapun berusaha untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan juga polusi udara. Yang kedua terkait investasi dalam energi terbarukan, efisiensi energi dan teknologi pengendalian polusi yang tidak memadai. Yang ketiga persoalan mengenai ekonomi Tiongkok yang terus bergantung pada bahan bakar fosil. Dan yang terakhir terkait perubahan iklim yang menjadi lebih parah yang mana berdampak buruk bagi kesehatan masyarakat, lingkungan dan ekonomi.

2.6 Perkembangan Teknologi dan SDM Tiongkok Dalam Bidang

Energi Terbarukan

Tiongkok saat ini telah menjadi pemimpin global dalam pengembangan dan penerapan teknologi energi terbarukan. Fokus energi terbarukan yaitu pada berbagai sektor energi. Mulai matahari, angin, air hingga biomassa. Yang pertama yaitu matahari, energi matahari masuk ke dalam jenis energi terbarukan. Dalam teknologi Tiongkok, energi matahari ini di fokuskan pada dua bidang. Energi matahari berasal dari radiasi matahari untuk menghasilkan panas dan listrik. Pembahasan yang pertama yaitu pemanfaatan panas energi surya dan industry fotovoltatik surya. Energi matahari merupakan jenis sumber energi yang bersih karena ketika menggunakan energi ini, tidak ada polutan yang di lepaskan ke lingkungan.³⁸ Di Tiongkok, teknologi surya di manfaatkan untuk industry pemanas air. Pemanas air banyak di gunakan oleh rumah tangga karena biaya rendah dan

³⁸ Weber, G., & Cabras, I. (2017). The transition of Germany's energi production, green economy, low-carbon economy, socio-environmental conflicts, and equitable society. *Journal of Cleaner Production*, 167, 1222–1231. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.223> (01/05/2024, 20.13 WIB)

emisi karbonnya juga rendah. Penggunaan pemanas air yang disebut dari tenaga surya ini dapat membantu mengurangi emisi SO_2 , NO_2 , CO_2 dan asap debu. Industry pemanas air menghasilkan peningkatan pendapatan antara tahun 2006 hingga 2010. Tak hanya itu, industry ini juga telah meningkatkan ekspornya dan juga membuka peluang kerja. Jadi dapat disimpulkan bahwa teknologi pemanas air dari tenaga surya selain memenuhi persyaratan emisi karbon juga banyak memiliki manfaat ekonomi dan sosial.³⁹

Yang paling menonjol dari energi surya ini yaitu energi ini merupakan sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan di seluruh dunia. Oleh karena itu, energi surya ini dianggap sebagai solusi yang bagus untuk mengatasi krisis energi yang saat ini dialami oleh beberapa negara di dunia. Kapasitas yang terpasang untuk pembangkit listrik tenaga surya sekitar 560 juta kilowatt, yang menunjukkan peningkatan sebesar 49,9%. Dan menurut para ilmuwan, energi matahari akan tersedia setidaknya selama 5 miliar tahun.⁴⁰ Terlepas dari keberhasilannya, tenaga surya ini juga memiliki kerugian terkait penggunaan mesin untuk mengumpulkan energi surya. Dimana mesin ini membutuhkan energi tak terbarukan seperti logam. Nah, bahan logam ini menggunakan energi minyak dan batu bara yang menghasilkan emisi karbon tinggi. Yang kedua terkait kekuatan energi surya yang tidak stabil karena faktor musim dan waktu yang berbeda di Tiongkok.⁴¹ Ketika musim dingin dan musim hujan akan sulit mendapat sinar

³⁹ *Ibid.*

⁴⁰ Bo-Feng, C., Jin-Nan, W., Wei-Shan, Y., Lan-Cui, L., & Dong, C. (2012). Low Carbon Society in Tiongkok: Research and Practice. *Advances in Climate Change Research*, 3(2), 106–120. <https://doi.org/10.3724/sp.j.1248.2012.000106> (01/05/2024, 01.07 WIB)

⁴¹ *Ibid.*

matahari. Oleh karena karena itu, Tiongkok menggunakan panel surya sebagai sumber energi sekunder. Panel surya sendiri bahkan menggunakan bahan-bahan berbahaya dalam penggunaannya, seperti asam sulfat dan gas fosfin. Terakhir terkait polusi cahaya yang berbahaya bagi mata dan mengakibatkan sakit kepala, kurang tidur dan masih banyak lagi.

Yang kedua ada energi angin. Tiongkok adalah produsen turbin angin terbesar kedua di dunia dan memiliki salah satu kapasitas energi angin terbesar di dunia. Kapasitas pembangkit listrik tenaga angin lebih dari 410 juta kilowatt, naik 17,6 % dari tahun ke tahunnya.⁴² Penggunaan energi dan kemajuan teknologi terbarukan di Tiongkok ini telah mengurangi biaya secara signifikan. Sektor energi terbarukan terus meningkatkan dan menciptakan teknologi lainnya untuk memacu perluasan instalasi energi terbarukan. Kemudian berbicara soal turbin yang berkembang pesat, dapat di buktikan dengan adanya ratusan sensor dan radar laser yang tersebar di seluruh turbin. Turbin angin ini dapat mendeteksi suhu kelembapan, kecepatan angin dan informasi untuk melacak status perasional turbin yang secara otomatis mengubah sudut dan daya pembangkitnya. *National Development an Reform Commision and NEA* telah mendorong pengembangan fasilitas penyimpanan untuk membangun sistem energi baru dan tenaga baru. Menurut *Tiongkok Southern Power Grid*, keseluruhan kapasitas penyimpanan yang terpasang di Tiongkok telah mencapai 50 juta kilowatt pada akhir Juni tahun 2023. Dan di tahun 2030 nanti menargetkan sebesar 120 juta kilowatt.⁴³

⁴² XINHUANET (2023). *Tiongkok beefs up renewable energi to boost green development*. <https://english.news.cn/20231226/a89f156f140e4bc680000647784e65f5/c.html> (02/05/2024, 14.20 WIB)

⁴³ *Ibid.*

Selain pembangkit listrik tenaga angin, turbin dan kapasitas penyimpanan, Tiongkok juga menciptakan yang namanya teknologi *Offshore*. *Tiongkok Offshore Engineering & Technology* ini di bentuk pada tahun 2021 dan telah berjalan kerja sama dengan DNV (*Det Norske Veritas*).⁴⁴ Kerjasama ini bertujuan untuk memperdalam komunikasi bilateral dalam inovasi teknologi dan terus mendorong pengembangan industri teknik lepas pantai yang hijau dan rendah karbon. Yang terakhir ada teknologi blade yang canggih. Dimana teknologi ini mampu mengembangkan turbin angin dengan canggih. Teknologi ini menggunakan bahan komposit ringan dan desain aerodinamis yang di optimalkan untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi kebisingan yang ada dan masih banyak lagi.

Yang ketiga ada energi air. Tak kalah dengan matahari dan angin, energi air ini juga mampu mengimbangi energi terbarukan yang ada. Banyak juga teknologi terbarukan yang di hasilkan oleh energi air. Yang pertama ada bendungan skala besar. Beberapa bendungan terbesar ini ada di Tiongkok, yang salah satunya yaitu ada bendungan Tiga Ngarai. Bendungan ini mampu menghasilkan energi hidro skala besar dengan efisiensi yang tinggi. Yang kedua ada turbin air. Tak hanya turbin angin, turbin air juga memegang kendali besar. Yang terakhir ada teknologi hidro kecil yang dimana lebih mudah di terapkan dan di kelola di daerah pedesaan.⁴⁵ Selain teknologi yang sudah di sebutkan, Tiongkok juga memiliki teknologi lain yang ada di posisi terdepan dunia. Pembangkit listrik tenaga air, teknologi ini

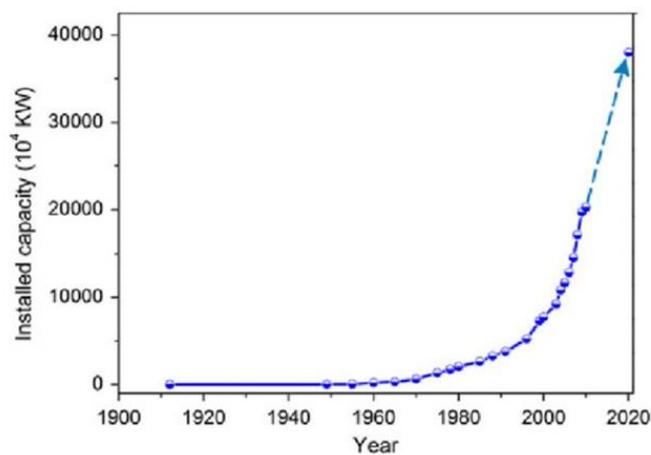
⁴⁴ Seatrade Maritime News. Katherine Si (2023). *Tiongkok Offshore Engineering & Technology has signed a batch of strategic cooperation agreements with DNV, Fujian Shipbuilding Industry Corporation and Bureau Veritas (BV)*. <https://www.seatrade-maritime.com/offshore/tiongkok-offshore-inks-cooperation-deals-dnv-bv-and-fujian-shipbuilding> (02/05/2024, 20.36 WIB)

⁴⁵ Water.org. *Safe Water Protects and saves lives*. <https://water.org/> (02/05/2024, 22.43 WIB)

memanfaatkan penurunan permukaan air untuk menghasilkan listrik dengan generator pembangkit listrik tenaga air. Kemudian mengubahnya menjadi energi air menjadi energi mekanik lalu menjadi energi listrik yang sesungguhnya.⁴⁶

Sebagai sumber energi terbarukan, air memiliki keunggulan alam yang sangat besar. Mengapa demikian? Karena pada saat pembangunan sedang dilakukan, air dianggap tidak akan berubah selama sumber daya air tidak berubah dan tidak terkendala oleh musim ataupun iklim. Oleh karena itu, efisiensi pembangkit listrik tenaga air tinggi sehingga biaya pembangkitan listrik berkurang. Manfaat lain dari PLTA ini yaitu dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan seperti banjir, untuk irigasi, budidaya perikanan bahkan sebagai lokasi wisata ramah lingkungan dan edukasi sekali. Gambar di bawah ini merupakan data pengembangan tenaga air di Tiongkok.

Gambar 2. 3 Data Pengembangan Tenaga Air di Tiongkok



Sumber: BLOG ISIGE-MINES

⁴⁶ BLOG ISIGE-MINES Paris Tech. Qi Wei Li (2019). *Hydropower In Tiongkok-Development and Challenges*. <https://blog--isige-minesparis-psl-eu.translate.goog/2020/05/14/hydropower-in-tiongkok-development-and-challenges/? x tr sl=en& x tr tl=id& x tr hl=id& x tr pto=tc> (03/05/2024, 10.12 WIB)

Meskipun dapat dikatakan PLTA ini berkembang pesat, masih ada tantangan dan hambatan dalam pengoperasiannya. Tantangan utamanya yaitu terkait keterbatasan air karena faktor alam, seperti curah hujan yang tidak menentu dan musim kemarau. Faktor lainnya yaitu lahan yang sempit beberapa memiliki kapasitas penyimpanan yang besar. Nah, hal inilah yang menyebabkan relokasi penduduk bertambah, biaya bertambah yang kemudian menyebabkan kapasitas waduk tidak mencukupi. Faktor alam lainnya yaitu banyak sungai di Tiongkok yang memiliki kemiringan cukup besar. Dimana hal ini menyebabkan kebutuhan kapasitas penyimpanan air naik turun.⁴⁷

Yang terakhir adalah energi biomassa. Teknologi energi biomassa di Tiongkok memanfaatkan limbah menjadi energi ramah lingkungan. Energi biomassa adalah energi terbesar keempat diikuti oleh batu bara, minyak dan gas alam. Teknologi pembangkit listrik biomassa jika digunakan mencapai hampir nol emisi CO_2 . Oleh karena itu, biomassa dapat dikatakan sebagai sumber energi yang bersih dan terbarukan. Di Tiongkok, lebih dari 80 % bahan baku biomassa digunakan untuk pembangkit listrik. Dennis Y.C. Leung mengulas tentang teknologi pembangkit listrik gasifikasi biomassa di Tiongkok pada tahun 2004.⁴⁸ Analisisnya pada tahun 2013 menjelaskan bahwa kebijakan pembangkit listrik biomassa di Tiongkok memiliki banyak permasalahan seperti tujuan yang terlalu besar atau berlebihan. Oleh karena itu, kebijakan perpajakan tidak mudah untuk diterapkan pada saat itu. Biomassa di Tiongkok ini berasal dari tanaman pangan, residu dan

⁴⁷ *Ibid.*

⁴⁸ Leung, D. Y. C., Yin, X. L., & Wu, C. Z. (2004, December). A review on the development and commercialization of biomass gasification technologies in Tiongkok. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2003.12.010> (03/05/2024, 12.07 WIB)

limbah entah dari industry maupun rumah tangga. Produksi tahunan sumber daya biomassa utama di Tiongkok sekitar 3, 494 miliar tn pada tahun 2020 lalu. Dan sekarang bisa lebih dari itu. Proyek pembangkit listrik ini terus tumbuh sejak tahun 2006 dan telah beroperasi pada tahun 2020.

Jumlah proyek pembangkit listrik biomassa yang telah beroperasi dari tahun 2016 hingga tahun 2020.⁴⁹ Material yang di gunakan mencakup sisa agroforestry, biogas, pembakaran sampah, batu bara dan gasifikasi biomassa. Meskipun dapat di katakana bahwa peralatan pembangkit listrik biomasa mirip dengan pembangkit listrik batu bara, namun ini sangatlah berbeda pada proses pembakarannya dan juga teknis boiler yang berbeda. Kapasitas pembangunan pembangkit listrik tenaga biomassa memeang meningkat di Tiongkok, tetapi pembangunan masih dalam tahap awal. Peralatan rumah tangga seperti boiler dan sistem pengangkutan bahan bakar memiliki efisiensi rendah tetapi tingkat konsumsinya yang tinggi. Faktor yang mendorong berkembangnya teknolgi di Tiongkok yaitu investasi pemerintah yang besar-besaran untuk penelitian dan pengembangannya. Yang kedua adalah kebijakan untuk mendukung perkembangan dan penerapan energi terbarukan, seperti subsidi dan insentif pajak. Yang ketiga yaitu pasar domestik yang besar dengan permintaan teknologi energi yang tinggi. Hal ini tentunya mendorong perusahaan untuk berinovasi.yang terakhir yaitu kerjasama internasional yang

⁴⁹ Guo, H., Cui, J., & Li, J. (2022). Biomass power generation in Tiongkok: Status, policies and recommendations. *Energi Reports*, 8, 687–696. <https://doi.org/10.1016/j.egyvr.2022.08.072> (03/05/2024, 13.03 WIB)

berkolaborasi dengan negara lain dalam penelitian dan pengembangan teknologi serta pengetahuan dan pengalaman dengan negara-negara berkembang.⁵⁰

Selanjutnya berbicara mengenai SDM di Tiongkok dalam bidang energi terbarukan. Populasi Tiongkok yang besar memberikan keuntungan mendasar dalam pertumbuhan ekonomi yang pesat. Namun, di tahun 2022 lalu merupakan pertama kalinya Tiongkok mengalami penurunan populasi. Di tahun 2023 bahkan turun lebih dari 2 juta di bandingkan tahun sebelumnya. Terlepas dari penurunan populasi, Tiongkok juga tidak kurang-kurang dalam memperluas jangkauan pendidikannya. Dimana pada tahun 2021, tingkat literasi nasional hamper 100 %. Meskipun demikian, pendidikan di Tiongkok sendiri masih memiliki tantangan. Contohnya pada tingkat kelulusan sekolah menengah atas yang masih rendah. Hal ini menjadi tantangan juga bagi pemerintah Tiongkok untu terus menerapkan kebijakan tentang pentingnya pendidikan. Siswa yang memilih untuk tidak bersekolah biasanya melekat pada isu sosial seperti “*bullying*” dan “*diskriminasi gender*”. Kombinasi kebijakan dan faktor sosial inilah yang menjadi hambatan bagi perempuan khususnya dalam dunia kerja.

Dalam pengembangan energi terbarukan tentunya SDM juga sangat di butuhkan. Oleh karena itu, berbagai macam upaya di lakukan pemerintah untuk dapat menciptakan manusia yang unggul kaya akan ilmu pengetahuan. Dapat di lihat dalam upaya yang di pimpin oleh pemerintah untuk menciptakan jalur bakat domestik dalam sektor teknologi, STEM. Kecerdasan buatan (AI), pendidikan

⁵⁰ NIKKEI Asia. Sayumi Take, Nikkei staff writer (2023). *Tiongkok set to boost dominance in Asia renewable energi, report says*. <https://asia.nikkei.com/Business/Energi/Tiongkok-set-to-boost-dominance-in-Asia-renewable-energi-report-says> (03/05/2024, 14.24 WIB)

militer dan meningkatkan *research and development* (R&D).⁵¹ Berbagai cara telah dilakukan oleh Tiongkok untuk mengembangkan sumber daya manusia di Tiongkok. Peningkatan investasi untuk pendidikan dan juga pelatihan dalam bidang energi terbarukan juga telah dilaksanakan. Program ini yaitu mendirikan universitas, sekolah kejuruan dan pelatihan khusus. Kemudian dalam fokus kurikulum berfokus pada sektor industry yang lulusnya nanti memiliki keterampilan dan pengetahuan untuk bekerja di lapangan. Program sertifikasi juga dilakukan untuk membantu meningkatkan kualifikasi dan profesionalisme kerja. Dengan adanya program kebijakan yang dilakukan oleh pemerintah ini menciptakan tenaga kerja yang banyak dan terampil.

Dengan adanya populasi yang pesat dan tenaga kerja yang terus berkembang, menciptakan banyaknya talenta muda yang tertarik untuk bekerja dalam bidang energi terbarukan. Perkembangan lainnya yaitu terkait keterampilan yang beragam mulai dari ilmu pengetahuan hingga bisnis dan manajemen. Yang terakhir ada pengalaman internasional. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak tenaga kerja yang bekerja di bidang energi terbarukan, semakin besar pula kerjasama yang dilakukan dengan perusahaan dan organisasi internasional.⁵² Kemajuan lainnya dari SDM di Tiongkok yaitu Tiongkok memiliki universitas khusus yang hanya fokus pada pendidikan dan penelitian di bidang energi terbarukan seperti Universitas Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Elektronik

⁵¹ CSIS. Briana Boland et.al (2024). *How Tiongkok's Human Capital Impacts Its National Competitiveness*. <https://www.csis.org/analysis/how-tiongkoks-human-capital-impacts-its-national-competitiveness> (03/05/2024, 16.14 WIB)

⁵² Guilhot, L. (2022). An analysis of Tiongkok's energi policy from 1981 to 2020: Transitioning towards to a diversified and low-carbon energi system. *Energi Policy*, 162. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112806>. (03/05/2024, 17.25 WIB)

Tiongkok Timur dan Universitas Teknologi Beijing. Terdapat juga pusat pelatihan jangka pendek dan jangka panjang dalam bidang energi terbarukan. Contohnya seperti Pusat Pelatihan Nasional EBT dan Pusat Pelatihan Internasional EBT. Terakhir terdapat program sertifikasi pada bidang EBT (Energi Baru Terbarukan) yang bergerak pada bidang surya, angin, air dan energi lainnya.

Meskipun SDM dan tenaga kerja di Tiongkok maju pesat, di dalamnya terdapat tantangan. Yang pertama yaitu Tiongkok harus bersaing untuk mempertahankan talenta terbaiknya di bidang energi terbarukan. Yang kedua yaitu jika energi terbarukan terus dioperasikan dan semakin banyak, otomatis para tenaga kerja juga harus terus meningkatkan keterampilan dan pengetahuannya. Yang terakhir yaitu terkait kesenjangan yang harus di perhatikan lagi bagaimana di institusi dan bagaimana di industri energi terbarukan.⁵³ Jadi, dapat di simpulkan bahwa SDM di Tiongkok dalam perkembangan teknologi baru terbarukan meningkat pesat. Hal ini di tandai atas dukungan dorongan dari program-program pemerintah yang telah berjalan hingga saat ini. dan perlu di perhatikan juga bahwa dalam program-program yang telah di jalankan oleh pemerintah ini memiliki tantangan yang cukup terus. Dimana, tantangan ini menjadi perhatian juga untuk pemerintah Tiongkok.

2.7 Upaya Tiongkok Dalam Energi Terbarukan Melalui Proyek EAST

Upaya Tiongkok dalam energi terbarukan melalui proyek EAST (Experimental Advanced Superconducting Tokamak) menunjukkan komitmen

⁵³ IRENA (International Renewable Energi Agency). *Tiongkok* (2023). https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Statistics/Statistical_Profiles/Asia/Tiongkok_Asia_RE_SP.pdf (03/05/2024, 19.05 WIB)

mereka dalam pengembangan teknologi energi bersih di masa depan. Proyek EAST adalah tokamak superkonduktor maju di Hefei, Tiongkok. Tujuan utamanya adalah untuk mempelajari potensi energi dari reaksi fusi nuklir, yang dianggap sebagai salah satu sumber energi terbarukan masa depan yang paling menjanjikan. Pemerintah Tiongkok telah menyediakan sumber daya yang signifikan untuk proyek ini, menunjukkan komitmen mereka terhadap penelitian dan pengembangan energi terbarukan. Jika EAST berhasil, Tiongkok tidak hanya akan memiliki akses ke sumber energi bersih yang potensial, tetapi juga akan membantu mencapai tujuan energi terbarukan global yang signifikan. Selain itu, investasi Tiongkok dalam proyek-proyek seperti EAST menunjukkan komitmen mereka terhadap inovasi teknologi, yang dapat berdampak besar pada masa depan energi dunia dalam jangka panjang. Proyek ini dapat dikatakan sebagai proyek energi terbarukan yang berskala besar dengan memanfaatkan energi matahari. Dimana kapasitasnya akan mencapai 200 gigawatt (GW) pada tahun 2050 nanti.

Tiongkok berupaya semaksimal mungkin untuk mengembangkan proyek ini. Tujuan utama dari proyek ini tidak lain adalah untuk meningkatkan penggunaan energi terbarukan. Untuk menciptakan energi bersih di masa depan dan menyediakan sumber energi yang berkelanjutan. Selanjutnya untuk mendorong pembangunan ekonomi dengan menciptakan lapangan kerja dan peluang bisnis.⁵⁴ Di balik proses proyek EAST yang masih di jalankan ini, terdapat tantangan yang

⁵⁴ Ravi Kumar, K., Krishna Chaitanya, N. V. V., & Sendhil Kumar, N. (2021, February 1). Solar thermal energi technologies and its applications for process heating and power generation – A review. *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125296> (03/05/2024, 21.47 WIB)

masih harus di perhatikan lagi oleh pemerintah Tiongkok. Yang pertama terkait biaya yang relative mahal. Proyek ini merupakan proyek berkepanjangan, jadi biaya yang harus di keluarkan cukup maha. Biaya yang di keluarkan terutama untuk biaya produksi yang melibatkan mesin dan tenaga produksi. Yang kedua yaitu kapasitas ruang penyimpanan yang kurang, karena proyek ini menghasilkan panas yang dua kali lipatnya matahari, fusi yang di gunakan juga harus cukup besar untuk menampung. Jika tidak, akan fatal seperti bisa meledak di tahun 2021 lalu. Yang terakhir yaitu dapmpaknya terhadap lingkungan. Sudah pasti hal ini akan berdampak bagi lingkungan terutama hilangnya habitat dan degradasi tanah.⁵⁵ Dapat di simpulkan bahwa upaya Tiongkok sampai saat ini masih terus di jalankan agar proyek ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam mengurangi emisi gas rumah kaca meningkatkan ketahanan energi dan mendorong pembangunan ekonomi di Tiongkok.

⁵⁵ Avezova, N. R., Khaitmukhamedov, A. E., Usmanov, A. Y., & Boliyev, B. B. (2017). Solar thermal power plants in the world: The experience of development and operation. *Applied Solar Energi (English Translation of Geliotekhnika)*, 53(1), 72–77. <https://doi.org/10.3103/S0003701X17010030> (03/05/2024, 22.17 WIB)