

**Anion-based Weather Modification Technology to Reduce Food and Forest Fire Risks (Karhutla) during Covid-19 Pandemic**

**R. Djoko Goenawan, Tukiyat, F. Heru Widodo**

Balai Besar Teknologi Modifikasi Cuaca, Serpong-Banten, Indonesia  
guncloudjoko@gmail.com

---

**Article History**

accepted 31/08/2020

approved 22/09/2020

published 28/10/2020

---

**Abstract**

*During the dry season there was potential for forest and land fires and the water supply in the reservoir was reduced, including electricity & agriculture. An effort made by Government (1976-2020), was TMC (weather modification technology) which used aircraft and chemicals. Many roads lead to Rome, including Anion-based TMC and solar power. TMC Anion in Indonesia is still being studied, but in several countries it has entered the operational and commercial phases and can compete with the provision of clean water with other technologies. TMC studies and experiences in Australia, Oman, Jordan, as well as Germany, Switzerland and Russia. TMC is very prospect applied in Indonesia, also very economical. In addition, smoke as Karhutla particles is a problem, both visibility and ISPA disease, with TMC Anions smoke can be modified into CCN and finally into clouds and rain, so that Karhutla can be reduced and water supply can be fulfilled.*

**Keywords** : anion, economical, prospect, haze, rain

**Abstrak**

Selama musim kemarau ada potensi Karhutla dan pasokan air di waduk berkurang, termasuk Listrik & Pertanian. Salah satu upaya yang dilakukan Pemerintah (1976-2020), adalah TMC (teknologi modifikasi cuaca) yang menggunakan pesawat dan bahan kimia. Banyak jalan menuju roma, termasuk TMC berbasis *Anion* dan hanya dukungan tenaga listrik panel surya. TMC Anion di Indonesia masih kajian, namun di beberapa negara masuk fase operasional dan komersial serta bisa bersaing dengan pengadaan air bersih dengan teknologi lain. Kajian dan pengalaman TMC di Australia, Oman, Yordania, serta German, Swiss juga Rusia, TMC ini sangat prospek diterapkan di Indonesia, juga sangat ekonomis. Selain itu, asap sebagai partikel Karhutla menjadi masalah, baik *Visibility* dan penyakit *ISPA*, dengan TMC Anion asap bisa dimodifikasi menjadi *CCN* dan akhirnya menjadi awan dan hujan, sehingga Karhutla bisa dikurangi dan pasokan air bisa tercukupi.

**Kata kunci** : anion, ekonomis, prospek, asap, hujan

## PENDAHULUAN

Hutan dan lahan (hutla) jika tidak ada hujan dalam beberapa hari, akan mudah terbakar (*Karhutla*) yang bisa menjalar dan memicu gambut. Maka pentingnya menjaga tingkat kebasahan dari air yang tersedia (danau, embung, rawa2). Udara dan cuaca juga sangat penting untuk diharapkan menjadi normal. Fenomena pemanasan global, cuaca ekstrim dan perubahan iklim (el nino) menjadikan masalah menjelang musim kemarau. Secara eko-sistem dan lingkungan sudah tidak normal dan natural (alami) lagi dengan adanya pembukaan lahan sistem bakar.

Usaha dan pencegahan serta penanggulangan sangat perlu, termasuk pemberdayaan masyarakat dan komunitas pedesaan sangat penting, yang berbasis Teknologi. Setiap pilihan teknologi yang menjadikan masyarakat sangat bergantung (*dependent*) akan merugikan, karena tidak bisa mandiri. Di lain pihak, dari perspektif *grass-root, the simpler the product, the better* baik dari sisi implementasi maupun keberterimaannya. Terlebih, *once* masyarakat menerimanya, proses perbaikan secara berkelanjutan akan semakin mudah, karena SDM (sumber daya manusia) Operator, *H/S/O-warenya* telah tersedia dan disiapkan. *In the long term*, BB-TMC dapat merealisasikan yang semakin *Technology Advance One* (AE, Sanya, 2020). Sebagai Operator suatu Teknologi (misalkan TMC/Hujan Buatan) bisa semakin berkompetisi, dan mandiri, akan tetapi tetap ada supervisi dari Pemerintah oleh BBTMC. Seperti yang dilakukan di Eropa, Amerika dan Australia, juga Malaysia, Thailand dan China dilakukan sepenuhnya oleh Pemerintah, dengan program TMC secara isentif sepanjang tahun. Pada saat musim hujan potensi banjir, juga dikembangkan TMC redistribusi hujan (*rain suppression*).

Penanggulangan Karhutla, merupakan tugas bersama yang melibatkan banyak pihak dan Pemangku Kepentingan, menyangkut bagaimana mereduksi polusi asap atau karbondioksida. Tidak kurang Pemerintah juga telah menggelontorkan dana hampir ratusan Triliun dalam rangka upaya Karhutla yang terjadi di wilayah lahan gambut yang sering terbakar dengan upaya teknologi *water-bombing* dan TMC.

Ada pepatah *banyak jalan menuju roma*, termasuk inovasi TMC metode kombinasi (<https://www.youtube.com/watch?v=y77ujUZkkSI&feature=youtu.be>). Bahkan TMC Anion diklaim lebih murah dibandingkan TMC (1976-2020). Seperti di Yordania (<https://www.weathertec-services.com/company.html>, 2020). Disajikan, kajian tmc ini dari beberapa negara seperti di Australia dan Oman, German, Swiss dan juga Rusia (Tabel 1). TMC ini sangat prospek bisa diterapkan di wilayah yang kering sekalipun, seperti di NTB dan NTT.

Jika lebih murah dan ramah lingkungan, sudah saatnya Indonesia bisa menerapkan TMC Anion ini, karena ini sangat prospek dan sangat bermanfaat untuk meningkatkan peran TMC dalam mendukung pertanian dan energi listrik hingga ke pemberdayaan masyarakat pedesaan. Asap sebagai polusi Karhutla (yang sering terjadi di Sumatera dan Kalimantan) jadi masalah baik Visibility dan berdampak buruk terhadap kesehatan masyarakat yaitu penyakit ISPA. Kajian terhadap sistem dan klasifikasi TMC, baik yang telah dilakukan di Indonesia dan beberapa dunia yang telah maju dalam bidang TMC, telah dimanfaatkan untuk mendukung kebutuhan pertanian akan air, dan air memegang peranan penting ditengah pandemi selama musim kemarau. Semua program dan kegiatan TMC, termasuk dengan menggunakan pesawat maupun tidak, baik dengan bahan semai kimia (NaCl) dan bahan bakar fosil yang menghasilkan efek samping yaitu CO<sub>2</sub> yang tidak ramah lingkungan, belum menuju ke kondisi TMC yang *go-green* (ramah lingkungan) tanpa membakar yaitu berbasis Anion.

Kecuali (Tabel 1) yaitu Anion Generator (tanpa pesawat, tanpa bahan kimia dan tidak menggunakan bahan bakar fosil akan tetapi bisa menggunakan surya panel). Di negara-negara seperti China, Rusia, Yordania, German dan Australia, Eropa Timur, bahkan telah operasional dan sudah pada tahap komersial seperti di Yordania dan Uni Emirat Arab dengan durasi yang permanen (beberapa tahun, hingga dekade). Pada tahun 2011, pada saat konferensi internasional tentang TMC di Bali yang diselenggarakan oleh BPPT bekerja sama dengan WMO dimana (<https://community.wmo.int/meetings/wx-mod-2011>), teknologi Anion (ion negative)

telah juga dipresentasikan methoda dan pengalamannya, salah satunya oleh Australian Rain Technology (<https://www.australianrain.com.au/testimonials>).

**Tabel 1. Matriks dari sistem dan karakteristik serta klasifikasi TMC**

KARAKTERISTIK BEBERAPA SISTEM TMC								
Sistem TMC	Bahan Semai	Peralatan	Hasil Proses	Sistem Pengoperasiannya	Proses perijinan	BBM	Negara	Keterlibatan masyarakat
1	2	3	4	5	6			
GMG	Ca Cl <sub>2</sub> /Na Cl/Urea	Menara 50 Meter	Larutan (mikron)	Sederhana	ijin biasa	ya	Indonesia	dioperasikan oleh masyarakat
GPG	Ca Cl <sub>2</sub> /Na Cl/Urea	Alat 3 meter	asap	Sederhana	ijin biasa	ya	Indonesia, Brasil, Hongaria, Rusia	dioperasikan oleh masyarakat
TMC Lontar	Powder Na Cl 2-5 mikron (tube)	sistem lontar	Bubuk halus	perlu teknologi khusus	ijin khusus	ya	Indonesia	Ketergantungan dengan Pihak Terkait dan Berwajiban (KdPTB)
TMC Pesawat	flare	pesawat	asap	dengan pesawat terbang	ijin khusus	ya	Banyak Negara	KdPTB
GBG Flare	flare	Menara 50 meter	Asap	perlu teknologi khusus	ijin khusus	ya	Banyak Negara	KdPTB
Anion Generator	tidak ada	tanpa menara & bisa di mounting	muatan/isotop	sangat sederhana	izin biasa	Go-Green	Australia, Yordania, German, Oman	dioperasikan masyarakat
Balon TMC	NaCl/Urea	Balon	powder	seederhana hingga teknologi khusus	izin biasa	Go-Green	India, Indonesia	dioperasikan masyarakat
Mini-Roket	NaCl/Urea	mini roket	powder	seederhana hingga teknologi khusus	izin biasa/babinsa	Semi Go Green	China, Indonesia	Bisa dioperasikan dari smua kalangan
Kite TMC	NaCl/Urea	tanpa	powder	seederhana	tanpa izin	Go-Green	India, Indonesia	Bisa dioperasikan dari smua kalangan masyarakat
GPG Tube	Tube	Menara 50 Meter	Na Cl	Sederhana	ijin biasa		Indonesia	Bisa dioperasikan dari smua kalangan

Sumber : Goenawan et.al. (2020)

Pada tahun 2016, peneliti dari Laboratorium Aerosol – BATAN bekerjasama dengan peneliti dari Universitas Pamulang dan BBTMC telah mencoba membuat proposal rencana penelitian tentang pengaruh Anion terhadap pertumbuhan awan dan hujan, yang direncanakan akan dibiayai oleh Kemenristek (Insentif Ristek). Di Indonesia melalui BBTMC pada tahun 2016 telah dua kali mengundang pihak Australia Rain Technology yang berbasis anion untuk melakukan peninjauan kerjasama. Pada Tabel 1 diatas, hingga pada awal tahun 2020, wacana kembali mengemuka untuk dilakukan kajian system dan klasifikasi TMC oleh pakar di BBTMC, termasuk peluang dan prospek TMC berbasis Anion yang sangat ramah lingkungan, menjadi primadona dan sangat cocok untuk di-kaji-terap di beberapa wilayah Indonesia dengan model pemberdayaan masyarakat. Selain itu, daerah tersebut sering kerap sekali potensi terjadi Karhutla pada saat kemarau, antara potensi mudah terbakar nya lahan gambut dengan “budaya” masyarakat yang masih cenderung untuk membuka lahan dengan cara mudah dan murah yaitu membakar.

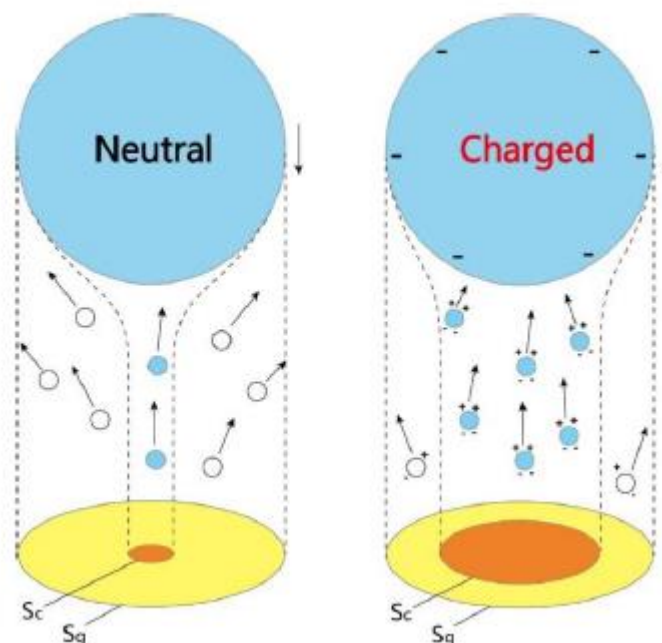
Hal ini sangat berpengaruh terhadap kondisi cuaca karena banyak nya asap dari Karhutla (terjadi efek kompetisi) yang dimulai dari beberapa wilayah, mulai dari tingkat pedesaan dimana tradisi masyarakat yang belum berubah. TMC Anion ini ternyata bisa merubah dan menghilangkan partikel asap yang cenderung bermuatan positif menjadi netral yang akhirnya bermuatan negative yang bisa memicu aerosol ex-karhutla menjadi inti kondensasi yang massive dan aktif serta kemudahan membentuk awan dan hujan. Sehingga, TMC Anion punya fungsi dan peran ganda, dan sangat strategis sekaligus bisa memberdayakan masyarakat hingga tingkat lokal dan pedesaan. TMC selain berbasis anion, sepertinya tidak akan cocok diterapkan dengan kondisi dan model seperti diatas pada tingkat pedesaan. Yayasan Belantara dan bekerjasama dengan ISER-UI dan BBTMC mencoba untuk mengkaji beberapa desa, yaitu 15 desa binaan dari Yayasan Belantara yang telah sukses menerapkan model pemberdayaan masyarakat yang berbasis non-teknologi yaitu budi daya pertanian atau perikanan, tergantung dukungan dan potensi lahan. Pada tahun 2021, harapannya dengan bantuan dari GCF (Global Climate Fund) bisa berperan untuk merintis program

pemberdayaan berbasis teknologi salah satunya yaitu TMC Anion atau Anion Generator (Tabel 1).

### METODE

BBTMC-BPPT (2013-2015), telah melakukan uji-coba dengan Teknologi Ground Mist Generator yang harapannya bisa mengurangi masalah asap dan menambah jarak pandang, sehingga kegiatan landing dan take-off pesawat tidak terganggu. Termasuk pesawat TMC yang berposko di Bandara. Banyak peneliti dan kajian, bahwa asap Karhutla menimbulkan efek *kompetisi* dimana ukuran kurang 1 mikron dan massive sangat menghambat pertumbuhan awan dan hujan (Goenawan, Bruintjes & Rossenfeld, 1997-2014). Dengan menggunakan Teknologi Anion, maka asap Karhutla bisa dimodifikasi menjadi inti-kondensasi awan dan akhirnya bisa terjadi hujan. Metode ini telah disimulasikan (model) dan di uji-coba di lapangan hingga telah memasuki tahap operasional, yang dilakukan di beberapa negara.

Kajian teori (Tabel 2) dan model *Rain Enhancement & Fog Elimination by Seeding with Charged Droplets* (Khain etc., 2004). *ARTIFICIAL ATMOSPHERIC IONIZATION (A Potential Window for Weather Modification)* yang dilakukan oleh Phillip Kauffman & Arquimedes Ruiz-Columbié (2005). Anion (Sawant, 2012) bisa mengurai asap (fog dan smoke) hingga 93-97 % pada uji-lab. TMC Anion tidak hanya mengurai partikel asap, akan tetapi bisa menjadi CCN (cloud condensation nuclei) yang cikal bakal Hujan (Jahanshir, 2017) dengan *Dynamics Emission in Corona Discharge* termasuk yang dilakukan oleh *Weather Tech* (Yordania, 2020) serta *ATLANTS*.



**Gambar 1. Penampang tetes- awan kondisi netral (kiri) dan bermuatan (kanan) dimana luas permukaan lebih besar pada kondisi tetes bermuatan (Yang et al.,2018)**

Awalnya asap sebagai partikel tak bermuatan, yang sulit menyerap atau menangkap uap air di sekitarnya. Setelah bermuatan (teknologi anion) maka partikel tersebut menjadi aktif dan mudah menyerap uap air sebagai partikel yang bermuatan netral. Partikel bermuatan yang digambarkan pada Gambar 1, tampak penampang menjadi semakin luas dan semakin banyak uap air yang akan “bersatu” yang mengikuti proses tumbukan dan penggabungan tetes awan dan yang efektif menjadi cikal bakal menjadi hujan.

**Tabel 2. Sejarah penemuan Anion (atas, 1899) dan Penelitian serta Pengujian Efek-nya (kiri, 2012) terhadap Fog dan Smoke (Haze), *Weather Modification Techniques by Electric Field* (kanan, 2017) & *Artificial Atmospheric Ionization* (bawah, 2005)**

Penemu Anion adalah Julius Elstar dan Hanz Friedrich Geitel pada tahun 1899, sementara Indonesia sedang berjuang dari Penjajahan Belanda. (<http://sryrahayufisikaupi.blogspot.com/2012/11/udara-segar-dibanjiri-ion-negatif.html>)

*Aerosol and Air Quality Research*, 12: 1007–1015, 2012  
Copyright © Taiwan Association for Aerosol Research  
ISSN: 1680-8584 print / 2071-1409 online  
doi: 10.4209/aaqr.2011.11.0214

**Effect of Negative Air Ions on Fog and Smoke**

V.S. Sawant<sup>1\*</sup>, G.S. Meena<sup>2</sup>, D.B. Jadhav<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, Y.C. Institute of Science, Satara – 415001, Maharashtra, India  
<sup>2</sup>Indian Institute of Tropical Meteorology, Pashan, Pune – 411008, India

**International Journal of Environmental Protection and Policy**

2017, 5(3): 70-73  
<http://www.sciencepublishinggroup.com/ijep>  
doi: 10.11648/ijep.20170503.11  
ISSN: 2330-7528 (Print); ISSN: 2330-7536 (Online)



**Weather Modification Techniques by Electric Field**

Arezu Jahanshir

Department of Engineering Sciences and Physics, Binn Zaha Technical University, Qazvin, Iran

Email address:

jahanshir@bzu.ac.ir

To cite this article:

Arezu Jahanshir, Weather Modification Techniques by Electric Field, *International Journal of Environmental Protection and Policy*, 5(3): 70-73, 2017, doi: 10.11648/ijep.20170503.11

Received: December 14, 2016; Accepted: December 26, 2016; Published: November 1, 2017

## ARTIFICIAL ATMOSPHERIC IONIZATION: A Potential Window for Weather Modification

**Phillip Kauffman**  
Ionogenics  
8 Coachmen Lane  
Belford, MA 01730

and

**Arquimedes Ruiz-Columbié**  
Active Influence & Scientific Mngt  
8696 Hanger Rd.  
San Angelo, TX 76904

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Sejak ditemukan pertama kali Anion oleh Julius Elstar dan Hanz Friedrich Geitel (1899) banyak penelitian dan pengujian serta manfaatnya dalam banyak bidang, antara lain untuk mengurangi / meluruhkan asap dan bisa memicu pertumbuhan awan dan hujan, baik secara teoritis, model hingga penelitian serta klaim secara operasional hingga skema komersial.

Pengujian yang di lakukan oleh Khain et.all (2004) pada proses penggunaan anion untuk mempercepat tumbukan dan penggabungan tetes awan, dapat meningkatkan hujan. Efisiensi tumbukan dan penggabungan tetes awan antara tetes yang bermuatan negative (anion) dibandingkan tetesan netral ternyata jauh lebih tinggi dan lebih banyak daripada nilai yang disebabkan gravitasi murni, atau tanpa muatan (anion). Asumsi bahwa ionisasi efek korona (anion) yang dihasilkan secara artifisial (buatan) bisa bertindak sama seperti anion alami, dimana anion bisa bertindak menjadi katalisator yang lebih kuat dan efektif dalam proses mikrofisika awan dan menjadi hujan. Diperlukan pengujian untuk memahami hubungan sebab dan akibat antara anion buatan dan cuaca, termasuk pengukuran listrik, kimia dan fisik pada tingkat nanopartikel, yang dilakukan pemodelan secara matematis untuk menggambarkan fenomena atmosfer yang diamati, diukur atau dihipotesiskan di berbagai tingkat, hingga fenomena ini sangat signifikan (Kaufman et. al, 2005).

Untuk pengujian peluruhan asap, bisa mengurangi (menetralkan) kabut, asap, dan asap kendaraan yang terkumpul dalam wadah kaca tertutup. Eksperimen itu dilakukan di ruangan gelap, dan dua wadah kaca identik digunakan. Berbagai tes sensitivitas dilakukan dengan kabut dan asap bakaran sampah. Intensitas cahaya diukur untuk setiap proses sebagai fungsi waktu dengan dan tanpa generator Anion. Anion menempel pada materi partikulat sehingga visibilitas (jarak pandang) meningkat. Pada laju emisi anion yang tinggi, mobilitas partikel menjadi cukup sehingga migrasi partikel menghasilkan permukaan dinding kontainer banyak debu yang menempel. Penampilan karakteristik generator anion dengan jenis uni-polar pada tingkat emisi yang tinggi.

Selama percobaan dioperasikan terus menerus hanya selama enam menit, bisa

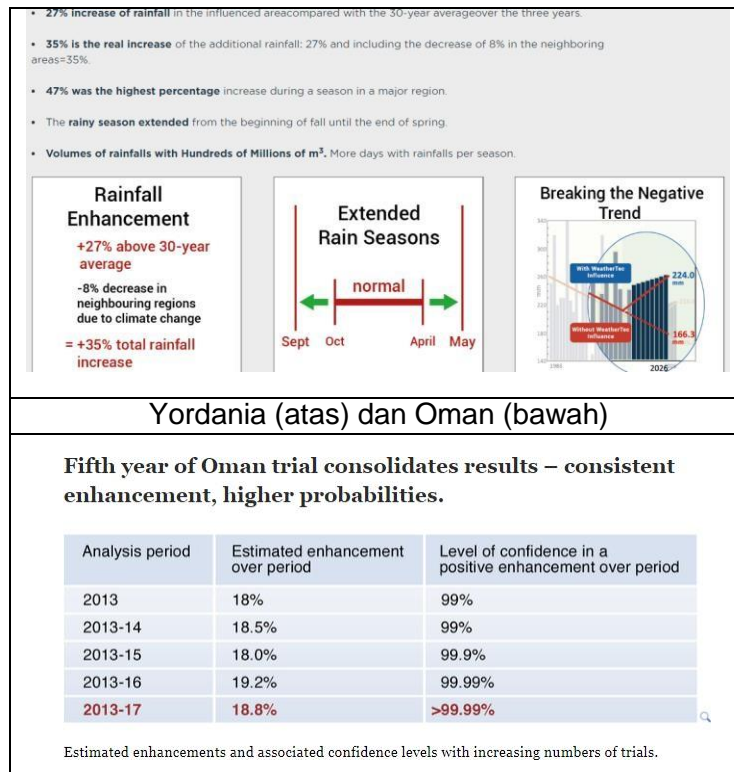
menghilangkan atau asap menjadi luruh hingga sekitar 93-97% partikel. Tingkat perubahan penghilangan partikel lebih tinggi untuk kabut (fog) dibandingkan dengan asap (haze, smoke). Penelitian ini menunjukkan bahwa Anion bisa menetralkan dan mengurangi konsentrasi (kepekatan) kabut dan asap hingga tingkat yang signifikan, sehingga meningkatkan jarak pandang, yang sangat bermanfaat baik kesehatan dan aktifitas penerbangan sekaligus meningkatkan kualitas udara dan lingkungan. Pada musim kemarau, di China telah lama menderita kekurangan air. TMC dan peningkatan curah hujan melalui penyemaian awan telah terbukti efektif untuk mengatasi masalah tersebut. Namun, metode penyemaian awan saat ini sebagian besar menghasilkan karbon dioksida (bbm yang digunakan oleh pesawat) dan bahan kimia seperti garam dan perak yodida, yang mungkin berdampak negatif terhadap lingkungan serta terbukti sangat mahal untuk dioperasikan. Eksperimen laboratorium telah membuktikan efisiensi penyemaian awan berbasis anion dibandingkan dengan metode tradisional. Selain itu, juga lebih ramah lingkungan dan lebih ekonomis untuk dioperasikan dalam skala besar. Oleh karena itu, perlu dilakukan percobaan lapangan untuk mengetahui lebih lanjut karakteristik dan kelayakan metode tersebut. Makalah ini memberikan desain dan implementasi dari penyemaian awan berbasis anion dan uji coba peningkatan hujan yang saat ini sedang dilakukan pada wilayah China Barat Laut. Ini memperkenalkan prinsip dasar uji coba dan perangkat yang dikembangkan untuknya, serta pemasangan peralatan dan desain metode evaluasi untuk uji coba (Zheng et. al., 2020).

Dalam penelitian ini, disimpulkan Anion dapat menghilangkan polutan aerosol seperti kabut dan asap yang masuk pada ruang tertutup hampir sepenuhnya dalam beberapa menit. Partikel-partikel bermuatan terjadi difusi partikel tergantung pada laju tetes awan dan waktu emisi anion. Peningkatan visibilitas oleh Anion sangat signifikan dalam mengurangi asap partikulat di udara sehingga bisa membantu mengendalikan polusi udara. Tingkat efisiensi dan efektifitas peluruhan partikel asap tertinggi dan signifikan. Karenanya di asa mendatang kita perlu merancang generator dengan berkapasitas berbeda dan skala besar untuk menghilangkan kabut dan asap di atmosfer. Dari ini studi kita dapat menyimpulkan bahwa generator anion (TMC Anion) berkapasitas tinggi.

TMC Anion punya banyak kelebihan dan manfaat serta termurah dibandingkan teknologi lain yang (Teknologi Salinitasi). Harga air dari TMC Anion juga di klaim lebih murah dibandingkan dengan TMC konvensional (pesawat dan bahan kimia) yang biasa disebut *Cloud Seeding*. Telah banyak negara melakukan TMC Anion yaitu <https://www.australianrain.com.au/> dengan banyak kasus peningkatan curah hujan lebih dari 10% dengan tingkat kepercayaan statistik (TKS) 90%, sementara bisa meningkatkan 19% dengan TKS 99.99% yang dilakukan di Australia dan Oman. Perusahaan swasta lain seperti <https://www.weathertec-services.com/case.html> yang di Yordania dan Swiss serta <http://sindicatum.com/meteosystems/about-us/> di Swiss dan Abudabi. Manfaatnya tidak hanya untuk pertanian tapi juga peternakan termasuk potensi listrik yang dihasilkan. Merubah kelembaban dan awan mengurangi persyaratan TMC, hingga bisa beroperasi pada RH (kelembaban relatif) = 31-40% juga bisa mengurangi suhu hingga 5°C. Bisa mengurangi polusi baik diperkotaan maupun pada asap Karhutla, meningkatkan udara bersih dan sehat, yang bisa meningkatkan kualitas hidup. Lebih murah dibandingkan teknologi TMC (cloud seeding) maupun pengadaan air bersih dengan Teknologi Salinasi. Harga air per-m<sup>3</sup> (1915- 2612 Rupiah) dengan TMC Anion, TMC-Cloud Seeding (19326-29424 Rupiah) dan Teknologi Salinasi (35866-48750 Rupiah). Biaya Operasional (Annual Capital Costs) masing-masing (Nol, 11-19, 86-118 Euro).

Beberapa Negara telah melakukan seperti di German, Yordania dan Australia serta Oman. Tabel 3, disajikan hasil dan manfaat nya dari aplikasi TMC Anion, bisa meningkatkan hujan hingga 27% (Yordania) selama 3 (tiga) tahun dibandingkan data historis 30 tahun dan 19% selama 5 (lima) tahun dibandingkan data historis 70 tahun (Oman dan Australia). Tentunya, pengujian dan penerapan di lapangan sangat diharapkan untuk memastikan efektifitas dan manfaat dari TMC Anion ini di Indonesia.

Tabel 3. Teknologi Anion oleh Weather-Tech (Yordania) dan ATLANTS (Oman)



## SIMPULAN

Wilayah ideal dan menarik di Sumatra (yaitu di Provinsi Riau) dimana DAS Koto Panjang dan sebelah timurnya yang merupakan potensi Karhutla dimana didominasi oleh lahan gambut. Dalam beberapa tahun, dilakukan TMC (1976-2020), untuk satu Posko dengan target untuk membasahi lahan yang terjadi Karhutla dan menambah hujan di Waduk (pertanian dan listrik). Teknologi Anion diperlukan uji lapangan, harapannya bisa dilakukan di Provinsi Sumatra Selatan dan juga provinsi lain dengan kelembaban hingga 31% yang tidak bisa dilakukan oleh TMC lain. Juga di lahan sampah dan daerah Hotspot, bisa juga di 15 Desa binaan Yayasan Belantara, baik di Riau, Jambi dan Sumsel yang masih dalam kajian (2020) dan harapannya (2021-2022) bisa di-*tumpang*-kan dengan program lain.

Beberapa Negara seperti German, Yordania dan Australia serta Oman. Tabel 3, disajikan hasil dan manfaat nya dari aplikasi TMC Anion, bisa meningkatkan hujan hingga 27% (Yordania) selama 3 (tiga) tahun dibandingkan data historis 30 tahun dan 19% selama 5 (lima) tahun dibandingkan data historis 70 tahun (Oman dan Australia).

TMC Anion, sudah saatnya untuk bisa dilakukan di Indonesia, guna mengantisipasi asap Karhutla yang bisa dimodifikasi menjadi CCN dan bisa terbentuk awan dan hujan, sekaligus mendukung pertanian hingga tingkat pedesaan. Bahkan China, sudah melakukan uji-coba lapangan di wilayah Barat-Laut (Zheng, 2020).

**DAFTAR PUSTAKA**

- Haryanto, Goenawan, & Harsanti (2011). The Development of Hygroscopic Cloud Seeding Flare In Indonesia : Evaluation and Measurement of Distribution Particles. Online:  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.367.9791>.
- Sawant, Meena & Jadhav (2012). Effect of Negative Air Ions (Anion) on Fog & Smoke. *Aerosol and Air Quality Research*, 12: 1007–1015, 2012.
- Goenawan, Haryanto, Sudibyo, Asmoro & Pamuji (2013). Hasil Pengukuran Partikel Asap Ground Particles Generator (GPG) di Lab TMC Pusppiptek Serpong. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*. Vol.14 No 1.
- Jingjing Ju, et al. (2016). Snowfall induced by corona discharge (anion), arXiv: [physics.gen-ph], 1607.05125.
- Jahanshir (2017). Weather Modification Techniques by Electric Field. *International Journal of Environmental Protection & Policy*, 5(5): 70-73.
- Zheng, Xue, Zhang, Yang, Shaoxiang, Wang, Xinkun, Yang & Yu (2020). Charged Particle (Anion) - Based Cloud Seeding and Rain Enhancement Trial Design and Implementation. International Joint Research Laboratory of Magnetic Confinement Fusion and Plasma Physics, State Key Laboratory of Advanced Electromagnetic Engineering and Technology, School of Electrical and Electronic Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China.