

ANALISIS KEBUTUHAN PENYARINGAN UDARA UNTUK MENGATASI POLUSI UDARA SEBAGAI STRATEGI AKUPUNKTUR KOTA DI KAWASAN INDUSTRI PULOGADUNG

Stefanie Fedora¹⁾, Priscilla Epifania Ariaji²⁾

¹⁾Program Studi S1 Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara, stefanieefer@gmail.com

²⁾Program Studi S1 Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara, priscillae@ft.untar.ac.id

Masuk: 14-07-2022, revisi: 14-08-2022, diterima untuk diterbitkan: 03-09-2022

Abstrak

Kawasan industri merupakan salah satu sumber polusi udara di Kota Jakarta. Buruknya kualitas udara memberikan dampak yang negatif bagi kesehatan masyarakat. Teknologi penyaringan udara dapat dijadikan sebagai solusi untuk menangani permasalahan polusi udara di sekitar kawasan industri. Teknologi penyaringan udara *Combined Flue Gas Cleaning (FGC)* sistem merupakan cara untuk menanggulangi permasalahan polusi udara dengan melakukan analisis kebutuhan penyaringan udara di Kawasan Industri Pulogadung. Berdasarkan penerapan teknologi penyaringan udara tersebut serta adanya analisis kebutuhan teknologi penyaringan tentunya dapat memberikan solusi berupa penekanan jumlah polusi udara hasil aktivitas industri, yang juga akan berimplikasi pada peningkatan kualitas udara di Kota Jakarta. Selain itu, juga bertujuan untuk menginspirasi kawasan industri lainnya dengan menerapkan sistem teknologi penyaringan udara *Combined Flue Gas Cleaning (FGC)*. Pendekatan arsitektur hijau pada perancangan ini dilakukan melalui penggunaan material hijau sebagai instrumen penekan emisi di kawasan industri. Penelitian ini menggunakan metode literatur dan metode analisis data sekunder dengan menzoning Kawasan Industri Pulogadung, serta menggunakan metode perancangan *shape grammar*. Penggabungan hasil analisis menghasilkan titik-titik urban akupunktur pada Kawasan Industri Pulogadung, dengan radius dan kapasitas yang dapat dijangkau oleh teknologi penyaringan udara *Combined Flue Gas Cleaning (FGC)* tersebut, sehingga diperoleh keterhubungan antara teknologi penyaringan udara dengan urban akupunktur bekerja dalam Kawasan Industri Pulogadung.

Kata kunci: Arsitektur Hijau; Filtrasi Polusi Udara; Polusi Kawasan Industri; Urban Akupunktur

Abstract

Industrial area is one of the sources of air pollution in the city of Jakarta. Poor air quality has a negative impact on public health. Air filtration technology can be used as a solution to deal with air pollution problems around industrial areas. Air filtration technology Combined Flue Gas Cleaning (FGC) system is a way to overcome air pollution problems by analyzing the needs of air filtration in the Pulogadung Industrial Estate. Based on the application of air filtering technology and an analysis of the need for filtering technology, it can certainly provide a solution in the form of suppressing the amount of air pollution resulting from industrial activities, which will also have implications for improving air quality in the city of Jakarta. In addition, it also aims to inspire other industrial areas by implementing the Combined Flue Gas Cleaning (FGC) air filtration technology system. The green architectural approach in this design is carried out through the use of green materials as an instrument for reducing emissions in industrial areas. This study uses the literature method and secondary data analysis methods by zoning the Pulogadung Industrial Estate, and using the shape grammar design method. The combination of the results of the analysis produces urban acupuncture points in the Pulogadung Industrial Estate, with a radius and capacity that can be reached by the Combined Flue Gas Cleaning (FGC) air filtering technology, so that the connection between air filtration technology and urban acupuncture works in the Pulogadung Industrial Estate.

Keywords: Green Architecture; Industrial Estate Pollution; Pollution Filtration; Urban Acupuncture

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Jakarta merupakan pusat aktivitas bisnis, industri, pemerintah dan lain-lain. Seluruh aktivitas tersebut didukung oleh penggunaan teknologi berbasis mesin yang dapat mendorong proses efisiensi dan optimalisasi kinerja masyarakat, terutama pada bidang transportasi dan industri. Tingginya intensitas aktivitas tersebut, tentunya akan menghasilkan emisi yang berimplikasi pada tingginya tingkat polusi udara kota Jakarta.

Menurut IQAir (Perusahaan teknologi yang mendata kualitas udara di dunia) pada tanggal 20 Februari 2022, tercatat bahwa Jakarta merupakan kota dengan kualitas udara terburuk ke-12 di dunia. Menurut artikel merdeka, penyebab polusi udara terbesar di Kota Jakarta yaitu dari sektor transportasi dan industri. Lebih lanjut, polusi transportasi darat menyumbang polusi udara sebesar 46% sedangkan sektor industri menyumbang polusi udara sebesar 43%.

Polusi udara merupakan permasalahan serius yang harus ditangani sedari dini, hal ini dikarenakan polusi udara akan memberikan dampak buruk bagi kesehatan masyarakat dan lingkungan, yang dapat berimplikasi pada penurunan produktivitas negara secara jangka panjang. Kawasan industri merupakan sumber polusi udara tidak bergerak yang berkontribusi besar atas buruknya kualitas udara Kota Jakarta, oleh karena itu dibutuhkan penyuntikan pada kawasan industri sehingga menjadi kawasan yang mandiri dalam mengelola dan mengurangi polusi udara yang dihasilkan. Polusi dari sektor industri sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Menurut artikel nasional tempo, berbagai macam polusi udara yang dihasilkan oleh sektor industri seperti NO_x, SO_x, PM₁₀ dan PM_{2.5}. Polusi yang paling membahayakan kesehatan sistem pernafasan manusia ialah PM 2.5 dan PM 10.

Indonesia telah memasuki era tren industri 4.0 yang mempercepat proses automasi aktivitas industri melalui penggunaan teknologi-teknologi terkemuka. Hal ini berpengaruh terhadap segi arsitektur, terutama pada proses penggunaan material yang dapat mengurangi emisi di kawasan industri, dengan menerapkan penggunaan material hijau diharapkan dapat membantu dan mendukung proses pengurangan emisi di kawasan industri. Selain dari penggunaan material, dapat juga diterapkan sistem baru dengan proses *regenerate* oksigen dengan menggunakan tumbuhan sebagai media pembantu sistem pembuangan polusi udara, sehingga emisi sektor industri dapat dikurangi melalui proses penyaringan dengan sistem teknologi *Combined Flue Gas Cleaning (FGC)*.

Rumusan Permasalahan

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana kebutuhan penyaringan udara pada Kawasan Industri Pulogadung. Dalam hal ini diperlukan analisis Kawasan Industri Pulogadung dan memperhitungkan kapasitas teknologi penyaringan udara untuk mengatasi polusi udara. Perhitungan tersebut akan menjawab berapa kebutuhan teknologi yang diperlukan sesuai radius yang dapat dijangkau oleh teknologi penyaringan udara *Combined Flue Gas Cleaning (FGC)*. Masalah lain yang dihadapi yaitu bagaimana analisis kebutuhan penyaringan udara dapat berpengaruh pada urban akupunktur. Penelitian ini dapat menjawab permasalahan tersebut dengan menggabungkan hasil analisis kawasan industri pulogadung dengan analisis perhitungan kebutuhan penyaringan udara.

Tujuan

Tujuan penelitian ini untuk memberikan perhitungan kebutuhan penyaringan udara dalam mengurangi polusi udara yang dihasilkan kawasan industri, sehingga dapat menginspirasi kawasan industri lainnya untuk menerapkan sistem teknologi penyaringan udara *Combined Flue Gas Cleaning (FGC)*.

2. KAJIAN LITERATUR

Akupunktur Kota

Akupunktur Kota memiliki intervensi, segala sesuatu tentang revitalisasi, intervensi tersebut sangat diperlukan untuk membuat fungsi dan perubahan organisme. Menurut Lerner, akupunktur kota terdiri dari serangkaian intervensi skala kecil dan sangat terfokus dengan kapasitas untuk memulai proses regenerasi di ruang mati atau rusak dan di sekitarnya. (Al-Hinkawi & S.M., 2020)

Menurut Nassar, pendekatan akupunktur kota didefinisikan sebagai operasi yang dilakukan pada area perkotaan sebagai kebutuhan mendesak untuk mencapai proyek pembangunan perkotaan dalam waktu yang singkat, namun memiliki efek yang maksimal pada revitalisasi area perkotaan (Nassar, 2021).

Menurut David West (2011) Akupunktur Kota memiliki strategi yang berfokus pada intervensi kecil, halus dan ringan yang menggunakan dan secara positif mengarahkan energi masyarakat, termasuk warga yang aktif untuk mengatasi masalah perkotaan dan memperbaiki lanskap kota (Al-Hinkawi & S.M., 2020).

Prinsip – prinsip yang digunakan dalam akupunktur kota, yaitu : penentuan titik sensitif, skenario, tindakan cepat, partisipasi, edukasi, pendekatan holistik, skala kecil, dan membuat tempat itu sendiri (Hoogduyn, 2014). Selain itu juga terdapat beberapa jenis intervensi akupunktur di daerah perkotaan seperti intervensi tidak berwujud, intervensi dampak lokal, intervensi berbasis luas, dan intervensi sistematis (Salman & Hussein, 2021).

Teknologi Penyaringan Udara

Penanganan limbah gas dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa instrumen untuk penanganannya. Menurut Khalid, alat yang dapat digunakan dalam penanganan limbah gas ialah (Khalid, 2020):

1. Filter udara
Penyaringan udara yang digunakan pada umumnya.
2. Pengendap siklon
Penggunaan gaya sentrifugal dengan menghembuskan udara ke tepi dinding sehingga terjadi pengendapan debu.
3. Filter basah
Penyemprotan air secara vertical ke bawah, sehingga debu akan ikut mengalir bersama air.
4. Pengendap sistem gravitasi
Penggunaan aliran udara kotor dengan cepat yang disertai dengan perubahan kecepatan secara tiba-tiba. Hal ini mengakibatkan debu akan jatuh akibat gaya gravitasi.
5. Pengendap elektrostatik.
Pemanfaatan udara kotor menjadi ion negatif dan udara bersih menjadi ion positif, sehingga udara kotor akan tertarik ke tepi dinding.

Penggunaan alat-alat tersebut tentunya akan didasarkan pada karakteristik sumber cemaran yang berbeda-beda dari setiap industri. Menurut Purwanta, metode pengurangan *NOx post-combustion* yang banyak diterapkan di *Power Plant* dilakukan dengan memanfaatkan keberadaan katalis (Purwanta, 2018). Beberapa katalis yang umum digunakan antara lain:

1. *Selective Non-catalyst Reduction (SNCR)*
2. *Selective Catalyst Reduction (SCR)*
3. *Lean NOx Catalyst*
4. *NOx Adsorber (LNT)*

Menurut Andritz, teknologi dengan *system Selective Catalyst Reduction (SCR)* dapat dikombinasikan dengan *system Circulating Dry Scrubber (CDS)*, sehingga membentuk *Combined Flue Gas Cleansing (FGC)*. Sistem tersebut memiliki efisiensi *removal* 90%-95%, sehingga dapat menyaring berbagai jenis polusi udara dalam sekali pemrosesan (Andritz, 2019).

Material Hijau dalam Arsitektur

Menurut Syahriyah, pengertian material hijau tidak hanya sekedar material ramah lingkungan. Material hijau memiliki arti yang lebih luas. Tidak hanya dari segi produk materialnya yang ramah lingkungan, tetapi juga dilihat dari keberlanjutan sumber material, proses dari produksi hingga pemasangan, serta mendukung penghematan energi, selain itu juga dapat meningkatkan kesehatan dan kenyamanan, serta efisiensi perawatan dan manajemen bangunan (Syahriyah, 2016).

Tren Material di Revolusi Industri 4.0

Revolusi Industri 4.0 membawa perkembangan dalam dunia arsitektur. Hal ini dikarenakan upaya automasi pada industri 4.0 telah mencakup bidang bahan bangunan dan konstruksi bangunan. Perkembangan bahan bangunan dan konstruksi tidak lagi hanya tentang desain dan daya tarik estetika akan tetapi dalam menciptakan bahan bangunan yang kuat, lebih praktis dalam pemasangan dan meningkatkan kesehatan serta keselamatan penghuni bangunan. Contoh perkembangan material bangunan pada industri arsitektur yaitu:

1. *Beton Self Healing*

Cara memperbaiki beton yang retak atau rusak menggunakan jenis bakteri yang direayasa secara genetik yang diprogram untuk menemukan keretakan pada beton. Media perbaikan pada metode ini dapat melekat dalam beton hingga waktu yang cukup lama sekitar 200 tahun. (Prajna & Kolesi, 2015)

2. *Kayu Transparan*

Material kayu transparan dapat mengurangi biaya pembuatan serta menekan konsumsi bahan bakar dalam pembuatannya. (IKONS, 2021)

3. *Green Concrete*

Beton yang dibuat dengan limbah beton dan menggunakan lebih sedikit energi dalam produksinya, serta menghasilkan lebih sedikit CO₂ dari pada beton pada umumnya. (Suhendro, 2014)

3. METODE

Metode yang digunakan dalam proses pengumpulan data pada penelitian ini ialah metode analisis data sekunder dengan melakukan pengamatan terhadap kawasan, serta metode literatur. Pada metode analisis data sekunder dilakukan pengamatan terhadap kawasan tersebut.

Metode Pengumpulan Data

Metode Literatur

Metode literatur dilakukan melalui proses pengumpulan studi-studi terdahulu yang relevan dan sesuai untuk menjadi dasar dalam perancangan proyek ini. Literatur yang dimaksud ialah materi mengenai akupunktur kota dan penerapannya, strategi akupunktur kota dan prinsip serta intervensi dalam teori akupunktur kota. Selain literatur akupunktur kota, terdapat juga literatur mengenai alat-alat yang digunakan dalam teknologi penyaringan udara, ruang lingkup material hijau, dan tren material di Revolusi Industri 4.0.

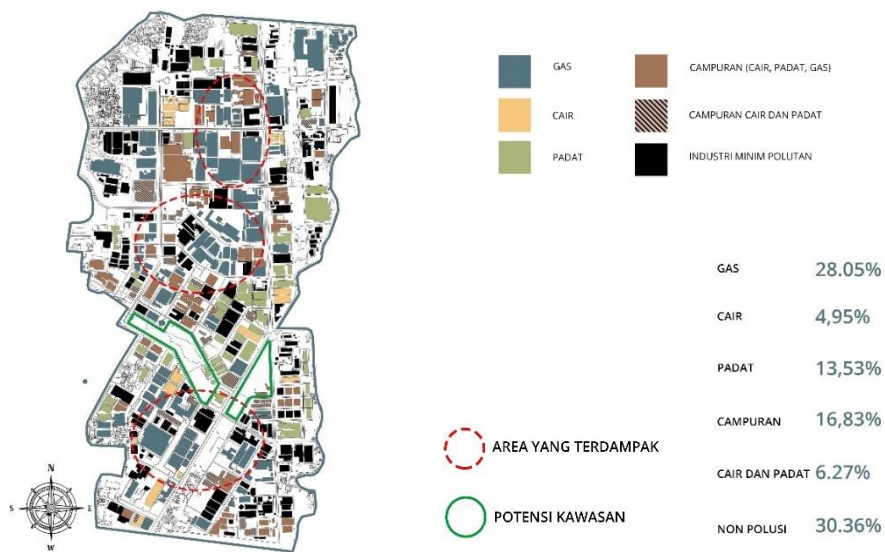
Metode Analisis Data Sekunder

Metode analisis data sekunder dilakukan dengan proses pemetaan berbagai jenis industri yang ada di kawasan dan pengelompokan ke dalam kategori jenis hasil limbah yang dikeluarkan. Tahap selanjutnya ialah proses penentuan area pada polusi udara dengan menganalisa zoning tipe industri, dengan demikian akan diperoleh area dengan jumlah industri penghasil limbah gas terbesar.

4. DISKUSI DAN HASIL

Mapping Kawasan Industri Pulogadung

Analisis data sekunder dengan pemetaan Kawasan Industri Pulogadung, terdapat beberapa area yang paling banyak terdapat industri penghasil limbah gas seperti pada gambar 1. Area yang terdampak akibat industri penghasil limbah akan menjadi sasaran titik akupunktur yang dilakukan.



Gambar 1. Pemetaan Kawasan Industri Pulogadung

Sumber: Olahan Penulis, 2022

Perhitungan Kapasitas Teknologi

Teknologi Penyaringan Udara

Teknologi pengolahan limbah udara yang digunakan adalah *Combined Flue Gas Cleaning (FGC) System* yang terbagi atas 2 sistem utama, yakni : *Selective Catalyst Reduction (SCR)* yang berfungsi sebagai instrument pengolahan emisi gas *NOx (Nitrogen Oksida)*, dan *Circulating Dry Scrubber (CDS)* yang berfungsi sebagai instrument pengolahan emisi gas *SOx (Sulfur Oksida)*, *Particle metter*, Asam kuat (HCL & HF), dan emisi logam berat. Proses tersebut terbagi menjadi beberapa bagian alat seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Proses Teknologi Penyaringan Udara
Sumber: Olahan Penulis, 2022

Perhitungan Radius dan Kapasitas Teknologi Penyaringan Udara

Perhitungan radius didapat dari kapasitas setiap teknologinya. Kapasitas teknologi tersebut merupakan kapasitas yang dapat diproses dalam waktu satu jam. Berikut dipaparkan kapasitas setiap sistem teknologi dan jangkauan radius yang dapat dijangkau pada tabel 1.

Tabel 1. Kesimpulan Perhitungan Teknologi Penyaringan Udara

JENIS TEKNOLOGI	KAPASITAS	RADIUS
Selective Catalyst Reduction (SCR)	2.100.000m ³ /h	128,05m
Circulating Dry Scrubber (CDS)	620.000m ³ /h	85,27m

Sumber: Penulis, 2022

Radius Total yang Dijangkau

Radius total yang dapat dijangkau oleh sistem teknologi *Combined Flue Gas Cleaning (FGC)* ini yaitu total penggabungan radius dari sistem teknologi *Selective Catalyst Reduction (SCR)* dan sistem *Circulating Dry Scrubber (CDS)*. Radius total dari sistem teknologi *Combined Flue Gas Cleaning (FGC)* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Radius Total yang Dijangkau

JENIS TEKNOLOGI	RADIUS
Selective Catalyst Reduction (SCR)	128.05m
Circulating Dry Scrubber (CDS)	85.27m
TOTAL	213.32m

Sumber : Penulis, 2022

Asumsi Efektivitas Teknologi

Berdasarkan perhitungan dan data yang didapat, terdapat kesimpulan asumsi efektivitas teknologi dari segi kapasitas, waktu yang diperlukan, dan efisiensi removal yang dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Asumsi Efektivitas Teknologi
Sumber: Olahan Penulis, 2022

Kapasitas Exhaust

Ukuran area exhaust = $P \times L \times T = 100\text{m} \times 10\text{m} \times 10\text{m}$

Luas Penampang = $L \times T = 10\text{m} \times 10\text{m} = 100 \text{ m}^2$

Kecepatan Angin = 4 m/s

Standard Ukuran dan Kapasitas Exhaust = $52 \text{ Inch} = 24.500 \text{ Cfm}$

Kebutuhan Watt = $500 \text{ watt} / 52 \text{ Inch}$

Kapasitas Exhaust yang Dibutuhkan

= $(\text{Luas penampang} \times \text{Kecepatan Angin}) \times 3600$

= $(100\text{M}^2 \times 4 \text{ m/s}) \times 3600$

= $1.440.000 \text{ m}^3/\text{h}$

Kapasitas Exhaust Total

= $\text{Kapasitas Exhaust yang Dibutuhkan} \times \text{Koefisien}$

= $1.440.000 \text{ m}^3/\text{h} \times 0.5886$

= 847.584 Cfm

Jumlah Exhaust yang Dibutuhkan

= $\text{Kapasitas Exhaust Total} : \text{Kapasitas Exhaust Satuan}$

= $847.584 \text{ Cfm} : 24.500 \text{ Cfm}$

= 35 Exhaust

Waktu yang Dibutuhkan Untuk Menarik Udara Luar

= $\text{Panjang Ruang} : \text{Kecepatan Angin}$

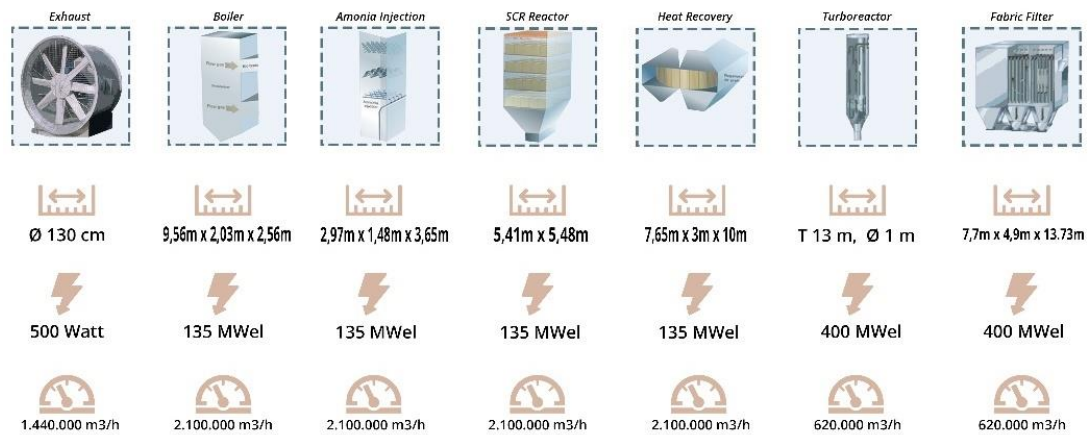
= $100 \text{ m} : 4 \text{ m/s}$

= 25 Detik

Dengan 35 Exhaust bersamaan

Ergonomi Peralatan Teknologi

Dalam penyusunan teknologi penyaringan dibutuhkan ukuran ergonomi agar massa dapat bentuk sesuai kebutuhan teknologi, karena setiap teknologi memiliki dimensi yang berbeda – beda yang dapat dilihat pada gambar 4. Pada proses pengecekan yang akan dikelola oleh teknisi akan diberikan area jalur teknisi setinggi $2,5 \text{ m} - 3 \text{ m}$, sehingga setiap teknologi akan diletakan pada ketinggian $2,5 \text{ m}$ atau lebih.



Gambar 4. Dimensi, Kapasitas, dan Kebutuhan Listrik Teknologi
Sumber: Olahan Penulis, 2022

Pemilihan Material Hijau Hemat Energi

Penggunaan material sangat penting untuk mengekspresikan bahwa bangunan ini dapat dikatakan bangunan ramah lingkungan dengan menggunakan material hijau yang dapat menghemat energi. Berikut material – material yang digunakan sesuai pertimbangan dan kegunaannya:

Tabel 3. Jenis Material Hijau Hemat Energi dan Manfaat

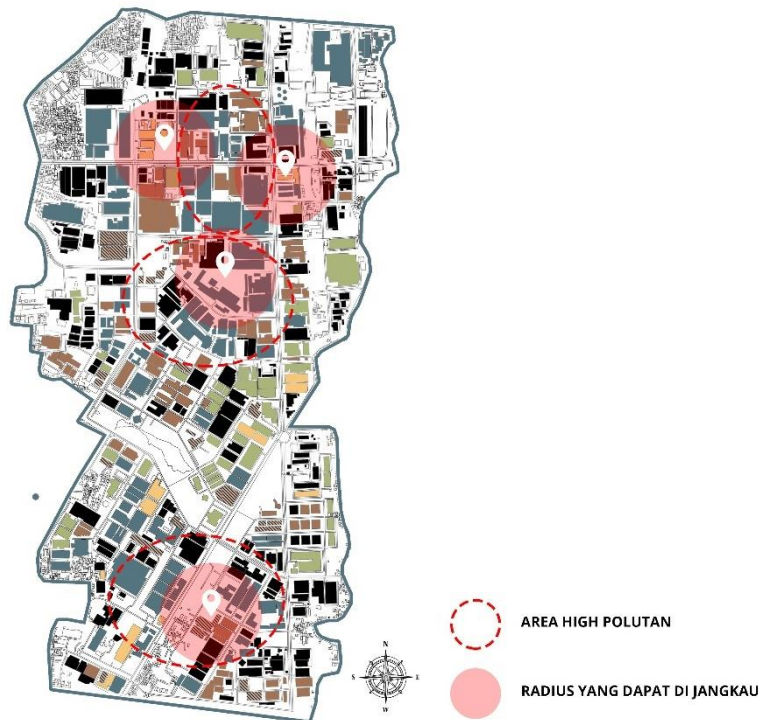
Material	Diaplikasikan pada	Manfaat
Pilkington Profilit	Dinding	Menyebarkan cahaya secara merata, meredakan bising, mengurangi panas dari luar.
Perforated Metal	Selubung Fasad	Membuat pencahayaan alami, dan penghawaan alami.
Solar Flat Embossed	Atap Massa Teknologi	Tidak mudah terbakar, Fleksibel pemasangan, pencahayaan alami, tahan bocor, mudah dibersihkan.

Sumber: Penulis, 2022

Hasil Riset

Titik Akupunktur dan Radius Jangkauan

Terdapat beberapa titik akupunktur yang harus diaplikasikan teknologi penyaringan udara sesuai hasil perhitungan tersebut. Titik – titik tersebut terletak pada area yang paling banyak terdapat industri penghasil limbah gas. Titik yang terpilih terdapat batasan radius yang dapat dijangkau oleh teknologi penyaringan udara yang dapat dilihat pada gambar 5.

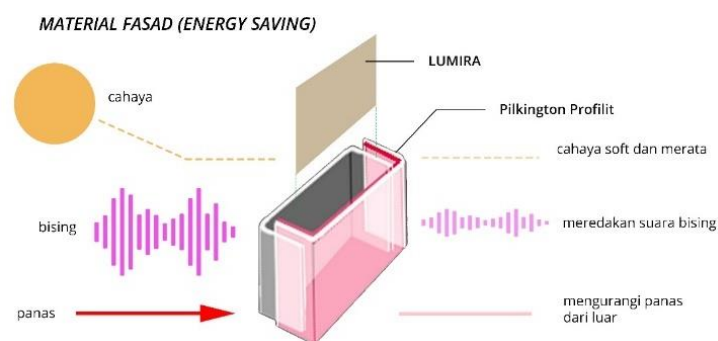


Gambar 5. Titik Akupunktur Kawasan Industri Pulogadung
Sumber: Olahan Penulis, 2022

Pengaplikasian Material Hijau Hemat Energi

Material Dinding

Material dinding yang digunakan yaitu menggunakan material Pilkington profilit. Material ini merupakan salah satu material yang mudah dalam pemasangannya, serta juga dapat menghemat energi. Modul yang digunakan pada material ini yaitu dengan panjang 49,8 cm dan lebar 5 cm. Dalam pemasangan material ini terdapat dua tipe yaitu *single layer* atau *double layer*. Pada proyek ini menggunakan tipe pemasangan *double layer*. Pada bagian tengah terdapat lumira yang dapat membantu penyebaran cahaya yang merata di ruangan, meredakan bising, dan mengurangi panas dari luar.

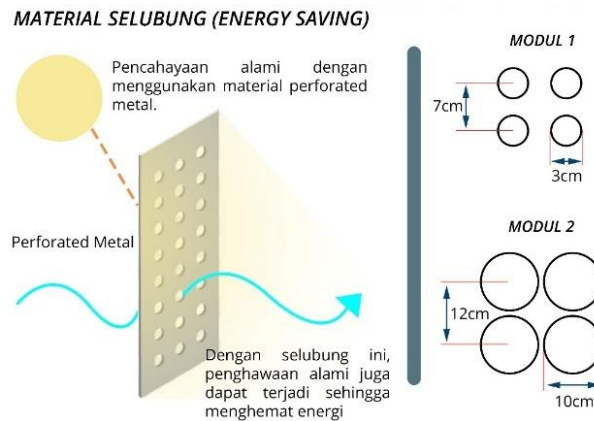


Gambar 6. Material Pilkington Profilite
Sumber: Olahan Penulis, 2022

Material Fasad

Material fasad yang digunakan yaitu menggunakan material perforated metal. Material ini merupakan material yang mudah dalam pemasangan serta juga dapat menghemat energi. Pada proyek ini, menggunakan modul diameter lubang perforated metal dengan ukuran 7 cm dan 10 cm. Dengan penyusunan silang antara modul diameter 7 cm dan 10 cm. Material ini dapat menghemat energi karena mendapat pencahayaan alami namun tidak terpapar matahari secara

langsung. Selain itu juga adanya penghawaan alami yang dapat masuk ke dalam ruangan, sehingga dapat menghemat energi.



Gambar 7. Material Perforated Metal
Sumber: Olahan Penulis, 2022

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Analisis kebutuhan teknologi penyaringan udara di Kawasan Industri Pulogadung memiliki keterhubungan dengan teori urban akupunktur, berdasarkan data dari analisis perhitungan bahwa teknologi penyaringan ini dapat menjangkau radius sebesar 213,32 m, dan dengan persentase *removal* mencapai hingga 90%-95%. Keberhasilan teknologi ini akan berdampak besar jika dilakukan penerapan pada titik-titik yang sudah ditentukan, serta diterapkan pada kawasan industri lainnya dengan kriteria desain yang menggunakan material hijau hemat energi yang untuk menekan emisi di Kawasan Industri Pulogadung. Dengan demikian, penerapan teknologi ini dapat memberikan solusi berupa penekanan jumlah polusi udara hasil aktivitas industri. Oleh karena itu, dapat disimpulkan teknologi dan kriteria desain yang dibutuhkan untuk membangun sebuah fasilitas penyaringan udara akan menjadi urban akupunktur bagi kawasan industrinya sendiri.

Saran

Cara untuk meningkatkan keberhasilan dari teknologi penyaringan udara ini disarankan adanya penerapan proyek ini pada kawasan industri lainnya, sehingga dapat berpengaruh besar untuk penekanan persentase penyumbang polusi udara dari sektor industri.

REFERENSI

- Al-Hinkawi, W. S., & S.M., A.-S. (2020). Urban Acupuncture, a Strategy for Development: Case Study of Al-Rusafa, Baghdad. *IOP Conference Series: Material Science and Engineering*, 1-16.
- Andritz. (2019, Juli 7). *Andritz-air-pollution-control*. Retrieved from [andritz.com/privacy](https://www.andritz.com/privacy).
AirPollutionControl:
<https://www.andritz.com/resource/blob/282026/45573f976d6b4f69438202e3003c1817/andritz-air-pollution-control-a4-201907-screen-data.pdf>
- Hoogduyn, R. (2014). Urban Acupuncture Revitalizing urban areas by small scale interventions. *Master Thesis*, 1-50.
- IKONS. (2021, Februari 3). *Teknologi : Cara Membuat Kayu Transparan yang Lebih Kuat dan Lebih Ringan*. Retrieved from [ikons.id: https://www.ikons.id/cara-membuat-kayu-transparan-yang-lebih-kuat-dan-lebih-ringan/](https://www.ikons.id/cara-membuat-kayu-transparan-yang-lebih-kuat-dan-lebih-ringan/)

- Khalid, H. (2020, Agustus 14). *Indonesia Environment & Energy Center*. Retrieved from Environment-indonesia.com: <https://environment-indonesia.com/5-alat-pengendali-pencemaran-udara/>
- Nassar, U. A. (2021). Urban Acupuncture in Large Cities: Filtering Framework to Select Sensitive Urban Spots. *Journal of Contemporary Urban Affairs*, 1-18.
- Prajna, M., & Kolesi, V. (2015, Agustus 15). *Article Self Healing Concrete, Prospek Solusi Masalah Beton Masa Kini dan Masa Mendatang*. Retrieved from Channelpondasi.com: <https://www.channelpondasi.com/articles/self-healing-concrete-prospek-solusi-masalah-beton-masa-kini-dan-masa-mendatang>
- Prakash, A., Shekhawat, H., & Goyal, G. (2017, November). Visual Calculation Through Shape Grammar In Architecture. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 293.
- Purwanta, W. (2018, September 20). PEMENUHAN BAKU MUTU UDARA EMISI DAN PENANGANANNYA ; TINJAUAN ATAS POLUTAN PARTIKULAT, NO_x, dan SO₂. *Prosiding Seminar Nasional dan Konsultasi Teknologi Lingkungan*, 36.
- Salman, K. A., & Hussein, S. H. (2021). Urban Acupuncture as an approach for reviving. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1-11.
- Suhendro, B. (2014). Toward Green Concrete for Better Sustainable Environment. *Procedia Engineering*, 305-320.
- Syahriyah, D. R. (2016). Penerapan Aspek Green Material pada Kriteria Bangunan pada Kriteria Bangunan Ramah Lingkungan di Indonesia. *TEMU ILMIAH IPLBI 2016*, 179.

