

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan hasil studi dan mesin sebelumnya yang digunakan sebagai acuan serta bahan perbandingan. Hasil penelitian terdahulu yang dijadikan referensi tetap berfokus pada topik utama, yaitu mengenai alat penjernih udara. Berikut adalah penelitian terdahulu :

2.1.1. Zeta Green

Zeta Green Healthy Air merupakan perangkat penjernih udara dalam ruangan yang memanfaatkan teknologi plasma corona discharge. Alat ini mampu membunuh virus, bakteri, dan jamur, kemudian mengubahnya menjadi udara yang bersih dan sehat. Selain itu, perangkat ini juga efektif mengurai udara kotor, asap rokok, bau tak sedap, serta partikel debu. Hasil akhirnya adalah udara segar dan bersih layaknya udara pegunungan. Ion Cluster serta oksigen aktif yang dihasilkan oleh alat ini berfungsi untuk menyingkirkan virus, bakteri, dan jamur yang mungkin masih tertinggal di sudut ruangan.

Zeta Green dikembangkan oleh tim peneliti PT. Dipo Technology dari Universitas Diponegoro dan telah diuji di Laboratorium Terpadu UNDIP, dengan hasil terbukti mampu menurunkan jumlah bakteri dan jamur secara signifikan.

Berdasarkan uji lab di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Diponegoro Semarang menyatakan hanya dalam 60 menit *Zeta Green* diaktifkan terjadi penurunan jumlah mikroorganisme pada media Nutrien Agar (NA) untuk bakteri sebesar 53,40% dan media Potato Dextrosa Agar (PDA) untuk Jamur sebesar 61,11% (Technology, 2021).



Gambar 2. 1. ZETA GREEN (Technology, 2021)

2.1.2. Hepafis Plasma Air Purifier

Hepafis Plasma Air Purifier merupakan alat penjernih udara yang mempunyai fungsi disinfeksi dengan teknologi plasma yang dapat membunuh virus dan bakteri berbagai ukuran serta dilengkapi dengan *Hepafilter* H13 yang bisa menyaring partikel hingga 0,3 micron dengan tingkat efisiensi mencapai 99,97%. Nilai Clean Air Delivery Rate (CADR) mencapai 1020/m³.

Hepafis Plasma Air Purifier didistribusi oleh PT. Farma Indo Sejahtera yang di impor dari china. Salah satu alat yang mereka distribusikan adalah *Hepafis Plasma Air Purifier*. Alat ini mampu membunuh virus, bakteri dan jamur lalu mengubahnya menjadi udara segar dan sehat. Selain itu alat ini dilengkapi dengan *carbon aktive filter* yang bisa menghilangkan bau tidak sedap pada udara.

Berdasarkan kegunaanya, *Hepafis Plasma Air Purifier* dapat menyaring udara di dalam ruangan Lobby Rumah Sakit selama 3 jam dengan tingkat efisiensi mencapai 99,97%. Nilai Clean Air Delivery Rate (CADR) mencapai 1020/m³.



Gambar 2. 2 *Hepafis Plasma Air Purifier*

2.2 Tinjauan Pustaka

2.2.1. Udara

Udara adalah salah satu komponen lingkungan yang merupakan kebutuhan paling mendasar bagi seluruh umat manusia dan juga makhluk hidup yang lain untuk mempertahankan kehidupannya. Udara terdiri dari berbagai senyawa dalam bentuk gas, salah satunya adalah oksigen yang sangat vital bagi kehidupan. Di atmosfer bumi, oksigen menyumbang sekitar 20% dari keseluruhan kandungan udara yang dibutuhkan semua makhluk hidup. Udara sendiri merupakan campuran beragam gas dengan komposisi yang tidak selalu tetap, bergantung pada kondisi suhu, tekanan, dan lingkungan sekitarnya. Udara, sebagai salah satu komponen utama atmosfer, menyelimuti bumi dan memiliki peran yang sangat vital bagi kelangsungan hidup di permukaannya. Konsentrasi gas dinyatakan dalam persen atau per sejuta ($ppm = \text{part per million}$), tetapi untuk gas yang konsentrasinya sangat kecil (Prabowo & Muslim, 2018). Komposisi udara bersih dan kering tersusun oleh :

Tabel 2. 1. Komposisi gas-gas di udara kering dan bersih

Komponen	Formula	Persen Volume	ppm
Nitrogen	N ₂	78,08	780800
Oksigen	O ₂	20,95	209500
Argon	Ar	0,9340	9340
Karbon dioksida	CO ₂	0,0314	314

Sumber: (Stoker & Seager, 1972).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 41 Tahun 1999 mengenai Pengendalian Pencemaran udara, yang dimaksud dengan pencemaran udara adalah “masuknya atau dimasukkannya zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam udara ambient oleh kegiatan manusia sehingga mutu udara ambient turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambient tidak memenuhi fungsinya”.

Pencemaran terjadi karena adanya beberapa faktor atau elemen pendukung terjadinya proses pencemaran. Elemen-elemen yang mendukung terjadinya proses pencemaran udara adalah adanya sumber bahan pencemar yang mengeluarkan emisi polutan, adanya interaksi bahan pencemar di atmosfer yang menyebabkan turunnya kualitas udara dan menimbulkan akibat negatif pada manusia dan lingkungan (Prabowo & Muslim , 2018).

2.2.2 Kualitas Udara

Informasi mengenai kualitas udara yang diberikan kepada masyarakat melalui Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). ISPU adalah laporan kualitas udara kepada masyarakat untuk menerangkan seberapa bersih atau tercemarnya kualitas udara kita dan bagaimana dampaknya terhadap kesehatan kita setelah menghirup udara tersebut selama beberapa jam atau hari. Penetapan ISPU ini

mempertimbangkan tingkat mutu udara terhadap kesehatan manusia, hewan, tumbuhan, bangunan, dan nilai estetika. Berdasarkan Keputusan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (Bapedal) Nomor KEP107/Kabapedal/11/1997, penyampaian ISPU kepada masyarakat dapat dilakukan melalui media massa dan elektronika serta papan peraga di tempat-tempat umum.

ISPU ditetapkan berdasarkan 5 pencemar utama, yaitu: CO, SO₂, NO₂, Ozon permukaan (O₃), dan partikel debu (PM₁₀).

A. Partikel Debu (PM 10)

Partikel Debu (PM) adalah singkatan dari *Particulate Matter* atau partikulat. Partikulat merupakan polutan berupa zat padat atau cair yang tersebar di udara. Bentuk partikulat dapat berupa debu, abu, jelaga, asap, uap, kabut, atau aerosol. Klasifikasi jenis partikulat ditentukan berdasarkan ukurannya. Partikulat pada emisi gas buang dapat mengandung berbagai komponen, misalnya karbon (hasil pembakaran tidak sempurna) dan timbal (dari pembakaran bensin bertimbal). Sebagian partikulat keluar dari cerobong pabrik sebagai asap hitam pekat. Namun, yang paling berbahaya adalah partikel halus yang mampu menembus hingga ke bagian terdalam paru-paru. Kondisi ini dapat mengganggu fungsi organ pernapasan. Batas baku mutu yang diizinkan adalah 150 µg/Nm³.

B. Sulfurdioksida (SO₂)

Gas ini dihasilkan dari pembakaran bahan bakar yang mengandung sulfur, dan juga dapat berasal dari kandungan sulfur pada pelumas. Sulfur dioksida sulit terdeteksi karena tidak memiliki warna. Paparan sulfur dioksida dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan seperti masalah pernapasan,

gangguan pencernaan, sakit kepala, nyeri dada, hingga gangguan saraf. Dampak gas ini tidak hanya berpengaruh pada manusia, tetapi juga dapat merusak bangunan dan tanaman. Keberadaan sulfur dioksida di atmosfer dapat memicu hujan asam yang berpotensi merusak material bangunan serta menghambat pertumbuhan tanaman. Batas ambang yang diperbolehkan adalah $365 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

C. Karbonmonoksida (CO)

Gas ini muncul akibat pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna, yang salah satu penyebabnya adalah kekurangan suplai oksigen. Kondisi tersebut dapat terjadi karena saringan udara yang tersumbat, karburator kotor, atau setelan mesin yang tidak tepat. Asap kendaraan menjadi sumber utama karbon monoksida di wilayah perkotaan. Data menunjukkan bahwa sekitar 60% polusi udara di kota besar berasal dari sektor transportasi. Karbon monoksida merupakan gas beracun yang dapat menurunkan berat janin, meningkatkan angka kematian bayi, serta menyebabkan kerusakan pada otak. Batas ambang yang diizinkan adalah $10.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

D. Ozon (O_3)

O_3 adalah simbol kimia untuk ozon, yaitu senyawa yang tersusun dari tiga atom oksigen. Ozon merupakan gas beracun dengan aroma khas yang menusuk. Gas ini terbentuk ketika percikan listrik melewati oksigen. Kehadiran ozon dapat dikenali melalui bau yang dihasilkan oleh mesin-mesin listrik. Secara kimia, ozon lebih reaktif dibandingkan oksigen biasa dan memiliki kemampuan oksidasi yang lebih kuat.

E. Nitrogen dioksida (NO_2)

NO_2 adalah singkatan dari nitrogen dioksida, sebuah gas beracun yang dapat menyebabkan iritasi pada mata, hidung, serta saluran pernapasan, bahkan berpotensi merusak paru-paru. Gas ini dihasilkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna. Ketika bereaksi di atmosfer, nitrogen dioksida membentuk partikel nitrat berukuran sangat kecil yang mampu menembus hingga ke bagian terdalam paru-paru. Partikel nitrat tersebut, apabila bertemu dengan air, baik uap air di awan maupun cairan di paru-paru, dapat berubah menjadi asam. Asam ini mampu merusak dinding bangunan dan menghambat pertumbuhan tanaman. Selain itu, jika bereaksi dengan sisa hidrokarbon yang tidak terbakar, gas ini dapat menghasilkan kabut (smoke) berwarna cokelat kemerahan. Standar baku mutu yang diperbolehkan adalah 150 ug/Nm^3 (Prabowo & Muslim, 2018).

Untuk mempermudah pemahaman, ISPU dapat dianalogikan seperti skala penggaris dengan angka 1 hingga 1000. Semakin tinggi angka ISPU, semakin parah tingkat pencemaran udara dan semakin besar risiko terhadap kesehatan. Sebagai contoh, nilai ISPU (lihat Gambar 2.3) menunjukkan kualitas udara yang baik serta tidak menimbulkan dampak berbahaya bagi kesehatan.

Ketika nilai ISPU berada di bawah 100, kondisi udara dianggap tidak berisiko bagi masyarakat umum. Namun, jika ISPU melebihi angka 100, kelompok rentan seperti penderita asma, anak-anak, dan orang dewasa yang sering beraktivitas di luar ruangan akan lebih cepat merasakan dampak buruk dari kualitas udara yang tidak sehat.

Air Quality Index Level of Health Concern	Simbol Warna	Numerical Value	Keterangan
Baik	Hijau	0 – 50	Kualitas udara memuaskan dan pencemaran udara sedikit atau tidak menimbulkan bahaya
Sedang	Kuning	51 – 100	Kualitas udara masih dapat diterima. Beberapa polutan mungkin akan menimbulkan efek pada sejumlah kecil pada populasi sensitif
Tidak Sehat (populasi sensitif)	Orange	101 – 150	Pencemaran udara dapat menimbulkan efek pada populasi sensitif tapi tidak pada populasi umumnya
Tidak Sehat	Merah	151 – 200	Pencemaran udara dapat menimbulkan efek pada seluruh populasi. Populasi sensitif dapat mengalami efek kesehatan yang serius
Sangat Tidak Sehat	Ungu	201 – 300	Seluruh populasi dapat mengalami efek kesehatan yang serius
Berbahaya	Maroon	301 – 500	Seluruh populasi mengalami efek lebih serius

Gambar 2. 3. Indeks Kualitas Udara

(Sumber: ISPU BAPEDAL)

Kategori Rentang Warna :

1. Baik 0 – 50 Hijau. Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan dan tidak berpengaruh pada tumbuhan, bangunan ataupun nilai estetika.
2. Sedang 51 – 100 Kuning. Tingkat kualitas udara yang tidak berpengaruh pada kesehatan manusia ataupun hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang sensitive dan nilai estetika.
3. Tidak Sehat 101 – 199 Merah. Tingkat kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia ataupun kelompok hewan yang sensitive atau bias menimbulkan kerusakan pada tumbuhan ataupun nilai estetika.
4. Sangat Tidak Sehat 200 – 299 Kuning. Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar.
5. Berbahaya 300 – lebih Hitam. Tingkat kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius pada populasi.

2.2.3. *Air Purifier* (Alat Purifikasi Udara)

Air Purifier adalah perangkat yang berfungsi untuk membersihkan udara yang kita hirup. Tidak seperti AC yang mendinginkan ruangan, alat ini justru menghasilkan udara segar yang bebas polusi. Dengan penggunaan *Air Purifier*, partikel-partikel alergen penyebab alergi dapat dihilangkan sehingga risiko penyakit asma maupun alergi lainnya dapat diminimalkan. (Apsari, 2017).



Gambar 2. 4. macam-macam *Air Purifier*

2.2.3.1. Manfaat *Air Purifier*

Air Purifier adalah Alat yang berfungsi menyaring udara dari polusi, polutan dan menghilangkan bau tidak sedap, rasa, warna, dan kontaminan organik lainnya. Berikut ini adalah beberapa penjelasan dari manfaat *Air Purifier* :

A. Alergi

Air Purifier adalah solusi efektif untuk mengurangi berbagai jenis alergi, termasuk alergi terhadap debu maupun serbuk sari.

B. Asma

Air Purifier juga dapat membantu mengurangi kekambuhan asma. Untuk kasus asma, kita dapat mempertimbangkan air purifier yang juga mampu menyerap

bau-bauan yang bisa memicu asma seperti bau parfum, bau kimia rumah tangga, dan asap.

C. Asap

Asap yang berasal dari kompor, rokok, maupun dari luar rumah dapat memengaruhi kualitas udara di dalam ruangan. Paparan asap dapat memicu gejala alergi dan memperburuk kondisi asma. Air Purifier menjadi solusi efektif untuk mengatasi permasalahan asap di dalam rumah.

D. Bakteri dan Virus

Beberapa tipe Air Purifier mampu membasmi bakteri dan virus yang berada di udara, termasuk virus flu. Air purifier berbasis ultraviolet memanfaatkan sinar UV untuk membunuh patogen di udara. Sementara itu, model lain menggunakan filter dengan lapisan antibakteri untuk mengeliminasi kuman. Dengan kemampuannya meningkatkan kualitas udara di dalam ruangan, Air Purifier bukan hanya solusi bagi penderita alergi atau individu yang sensitif terhadap polutan, tetapi juga merupakan cara efektif untuk menciptakan lingkungan rumah yang lebih sehat bagi kita dan keluarga. (Apsari, 2017).

2.2.3.2. Filter *Air Purifier*

Filtrasi atau proses penyaringan, merupakan metode pemisahan partikel padat dari suatu fluida dengan cara melewatkannya melalui media penyaring atau septum, di mana partikel padat akan tertahan di permukaan. Dalam industri, proses filtrasi dapat berkisar dari penyaringan sederhana hingga pemisahan yang sangat kompleks. Fluida yang disaring bisa berupa cairan maupun gas, sementara hasil aliran yang melewati saringan dapat berupa cairan, padatan, atau keduanya. Dalam

beberapa kasus, justru limbah padatlah yang perlu dipisahkan terlebih dahulu dari limbah cair sebelum pembuangan. (Apsari, 2017).

Fluida mengalir melalui media penyaring karena perbedaan tekanan yang melalui media tersebut. Penyaring dapat beroperasi pada:

- Tekanan di atas atmosfer pada bagian atas media penyaring.
- Tekanan operasi pada bagian atas media penyaring.
- Vakum pada bagian bawah.

Berikut adalah beberapa Filter yang dipakai di Alat Penjernih Udara:

A. HEPA Filter

HEPA merupakan singkatan dari "*High Efficiency Particulate Air*" atau "*High Efficiency Particulate Arrestance*." HEPA adalah jenis filter khusus yang dirancang untuk mampu menyaring udara hingga partikel debu berukuran sangat kecil, yaitu sekitar 0,3 mikron. (Qin, Chuan:2020).

B. Carbon Active Filter

Menurut Nurullita dan Mifbakhuddin (2015: 299), karbon aktif merupakan senyawa berbasis karbon yang telah ditingkatkan kemampuan adsorpsinya melalui proses karbonisasi dan aktivasi. Karbon aktif dimanfaatkan untuk menghilangkan bau, rasa, warna, serta berbagai kontaminan organik lainnya.

C. Sinar Ultra Violet

Ultraviolet (UV) pada *Air Purifier* (pemurni udara ultraviolet) menggunakan sinar ultraviolet untuk membunuh kuman dan virus. Selain sinar UV, model ini biasanya tetap menggunakan filter agar dicapai efektivitas paling optimal.

D. Metode Ionisasi (Ionizer Plasma)

Ion memiliki kemampuan untuk menekan efek virus di udara serta menghancurkan dan membersihkan jamur yang tersebar di atmosfer. Semburan plasma menghasilkan ion positif dan negatif yang serupa dengan ion alami di lingkungan.

Ionisasi adalah proses fisika yang mengubah atom atau molekul menjadi ion melalui penambahan atau pelepasan partikel bermuatan, seperti elektron. Hasil dari proses ini adalah ion bermuatan negatif (anion atau elektron bebas) dan ion bermuatan positif (kation).

Terdapat dua jenis proses utama dalam pembentukan ion, yaitu proses gas dan proses katoda. Pada proses gas, muatan dihasilkan dari molekul gas itu sendiri, sedangkan pada proses katoda, muatan dihasilkan dari permukaan padat elektroda yang kemudian memengaruhi gas. Salah satu mekanisme ionisasi melalui proses katoda adalah lucutan listrik (*electrical discharge*). Energi listrik yang melebihi energi potensial ionisasi pada area antara anoda dan katoda dapat menyebabkan pelepasan elektron sehingga arus listrik dapat mengalir di antara kedua elektroda. Semakin tinggi tegangan listrik yang diberikan, semakin banyak ion dan elektron bebas yang terbentuk. (Purba, 2020).

2.2.4. Aliran Fluida

Fluida adalah segala jenis zat yang dapat mengalir, baik dalam bentuk gas maupun cairan. Berdasarkan sifat pergerakannya, fluida dibagi menjadi fluida statis dan fluida dinamis. Fluida termasuk dalam kelompok fase benda yang mencakup cairan, gas, plasma, maupun padat plastik. Ciri khas fluida

adalah tidak menolak perubahan bentuk serta kemampuannya untuk mengalir atau mengikuti bentuk wadah yang ditempatinya. Hal ini disebabkan karena fluida tidak mampu menahan tegangan geser dalam kondisi setimbang. Salah satu metode untuk menjelaskan gerakan fluida adalah dengan membaginya menjadi elemen-elemen volume yang sangat kecil, yang disebut partikel fluida, dan kemudian mengikuti pergerakan tiap partikel tersebut (Suharto, 2009). Massa fluida yang mengalir dapat dibagi menjadi tabung-tabung aliran. Jika aliran bersifat tunak, bentuk tabung-tabung tersebut tidak berubah, dan fluida yang berada dalam sebuah tabung pada suatu waktu akan tetap berada di tabung itu selamanya. Kecepatan aliran di dalam tabung searah dengan bentuk tabung, dan nilainya berbanding terbalik dengan luas penampangnya. (Pantur, 1997).

Debit aliran fluida adalah besaran yang menunjukkan volume fluida yang mengalir melalui suatu penampang setiap satuan waktu. Debit aliran fluida dapat dinyatakan secara matematis dengan menggunakan persamaan (2.1)

$$Q = A \cdot V \quad (2.1)$$

Dengan keterangan

Q = debit aliran (m^3/s)

V = kecepatan aliran (m/s)

A = luas penampang (m^2)

(Ansori, Susilo, Yudiyanto, & Gumono, 2021)

2.2.5. Daya dan Energi Arus Searah

Energi listrik adalah salah satu kebutuhan vital masyarakat sekaligus sumber daya ekonomi utama yang diperlukan dalam berbagai aktivitas. Di masa mendatang, permintaan listrik diperkirakan akan terus bertambah seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, peningkatan investasi, kemajuan teknologi, serta perkembangan dunia pendidikan di semua jenjang.

Daya listrik adalah kapasitas atau kemampuan untuk melakukan kerja atau menghasilkan energi. Jika ditinjau dari jumlah energi yang digunakan per detik (satuan waktu), maka dapat dihitung daya atau konsumsi daya listrik. Besaran daya dilambangkan dengan huruf **P** dan memiliki satuan watt (W). Satuan Watt diambil dari nama ilmuwan fisika dan insinyur asal Inggris, James Watt (1736–1810). Dalam rangkaian listrik, daya berbanding lurus dengan tegangan dan arus. Pernyataan ini dapat ditulis dalam bentuk persamaan(2.2)

$$P = I \times V \quad (2.2)$$

Dimana P : daya listrik dalam satuan watt (W),

I : arus listrik dalam satuan ampere (A),

V : adalah tegangan listrik dalam satuan volt (V).

Keberadaan energi listrik ini dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin. Adapun kegunaan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari merupakan penerangan, pemanas, motor listrik dan lain-lain. Satuan jumlah daya listrik dinamai watt yang dapat menimbulkan tenaga atau energi listrik dalam waktu tertentu dalam satuan watt detik atau joule atau kWh. Hubungan antara daya listrik (P) dalam satuan watt (W), tenaga atau energi listrik (W) dalam satuan joule (J), dan lamanya

waktu pemakaian (t) dalam satuan detik atau jam, dapat dituliskan dengan persamaan (2.3) :

$$W = P \times t \quad (2.3)$$

Dimana: W = Energi (Kwh)

P = Daya listrik (Watt)

t = Waktu

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) telah menetapkan tarif dasar listrik per kWh untuk periode 1 April 2021 hingga 30 Juni 2021. Berikut adalah tabel resmi tarif dasar listrik 2021 (April – Juni) yang dikeluarkan oleh Kementerian ESDM dan PLN sesuai dengan golongannya. Berikut daftar table 2.2

Tabel 2. 2. Daftar Biaya Konsumsi Listrik

R-1/TR	0 – 450 VA	Rp169/kWh
R-1/TR	451 – 900 VA	Rp274/kWh
R-1/TR	901 – 1.300 VA	Rp1.444,70/kWh
R-1/TR	1.301 – 2.200 VA	Rp1.444,70/kWh
R-1/TR	3.500 VA – 5.500 VA	Rp1.444,70/kWh