BAB II

DASAR TEORI

2.1. CO_x sebagai Polutan Lingkungan

Menurut Undang-undang nomor 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup disebutkan bahwa pencemaran lingkungan hidup adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Kriteria udara bersih terdapat pada lampiran A. Menurut Wardhana (1995) sumber polusi yang utama berasal dari gas buangan kendaraan bermotor, pembangkit listrik yang berbahan bakar batubara, proses industri, dan lain-lain.

Polutan udara primer, yaitu polutan yang mencakup 90% dari jumlah polutan udara seluruhnya, dapat dibedakan menjadi lima kelompok yaitu : (1) Karbon Monoksida (CO), (2) Nitrogen Oksida (NO_x), (3) Hidrokarbon (HC), (4) Sulfur Oksida (SO_x) dan (5) Partikel (Sumarno dkk, 1998; Wardhana, 1994; Fardiaz, 1992).

Selain polutan udara primer di atas, polutan juga dihasilkan oleh : (1) CO_2 (karbon dioksida), (2) cemaran asbut (asap kabut) atau smog (*smoke fog*), (3) hujan asam, (4) CFC (Chloro-Fluoro-Carbon / Freon) dan (5) CH_4 (metana) (Sumarno, 1998)

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Konsentrasi CO_2 di udara sekitar 0,03%. Apabila konsentrasi CO_2 sampai atau lebih dari 10% maka akan bersifar racun bagi banyak bentuk kehidupan sehingga menimbulkan pencemaran udara (Prawiro, 1988). Proses-proses yang menyebabkan naiknya konsentrasi CO_2 antara lain adalah pembakaran batu bara, pembakaran minyak bumi, pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor, dan lain-lain (Fardiaz, 1992). Gas CO_2 memiliki sifat tidak berwarna, tidak berbau, tidak mempunyai rasa tetapi apabila jumlahnya berlebih dapat bersifat racun (Prawiro, 1988).

Pencemaran oleh CO_2 lebih banyak disebabkan oleh aktivitas manusia (Prawiro, 1988). Sumber polutan antropogenik utama adalah pembakaran batubara 52%, gas alam 8,5%, dan kebakaran hutan 2,8% (Sumarno dkk, 1998) dengan reaksi sebagai berikut (Prawiro, 1988):

$$\underset{\text{(arang)}}{C} + O_2 \longrightarrow CO_2 \qquad \text{(R. 1)}$$

$$\underset{\text{(gas alam)}}{CH_4} + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O \qquad \text{(R. 2)}$$

Hasil olahan minyak bumi seperti bensin, lilin atau aspal yang memiliki rumus umum C_nH_{2n+2} bila mengalami proses pembakaran sempurna (*stoikiometris*) akan menghasilkan karbon dioksida (CO_2) (Prawiro, 1988). Dalam keadaan ideal (*stoikiometris*) pembakaran terhadap hidrokarbon, sebagai contoh pembakaran pada bensin atau oktana (C_8H_{18}) akan menghasilkan CO_2 dengan reaksi sebagai berikut (Benitez, 1993; Wardhana, 1995):

$$C_8H_{18} + 12{,}5\ O_2 \longrightarrow 8\ CO_2 + 9\ H_2O + E_{(panas)} \qquad \text{(R. 3)}$$

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Karbon dioksida mempunyai sifat menyerap sinar panas matahari, yaitu sinar infra-merah. Aktifitas filter dari CO_2 ini mengakibatkan suhu atmosfer dan bumi akan meningkat. Keadaan ini disebut efek rumah kaca. Bila efek rumah kaca terjadi secara merata di seluruh permukaan bumi, maka rata-rata termperatur udara di seluruh permukaan bumi akan naik yang dikenal dengan efek pemanasan global (Prawiro, 1988; Fardiaz, 1992).

2.2. Ionisasi

Ionisasi didefinisikan sebagai proses dari elektron suatu atom atau molekul yang terlepas dari ikatannya (Susetyo,1988; Chapman, 1980). Energi yang dibutuhkan untuk melepaskan satu atau lebih elektron dari orbitnya pada sebuah atom atau molekul dapat didefinisikan sebagai enargi ionisasi E_i. Jadi energi ionisasi adalah energi minimum yang diperlukan untuk melepaskan satu atau lebih elektron dari atom atau molekulnya (Krane, 1992). Satuan energi ionisasi tersebut biasa dinyatakan dalam elektron volt (eV).

Atom atau molekul yang kehilangan elektron akibat proses ionisasi tersebut akan bermuatan positif, yang disebut dengan ion positif (Valyi, 1977). Proses ionisasi tumbukan elektron, terjadi akibat tumbukan tidak elastik antara atom atau molekul dengan elektron, jika energi yang diperlukan untuk melepaskan satu atau lebih elektron dari ikatannya diberikan dalam tumbukan oleh elektron penumbuk pada atom atau molekul. Besarnya energi yang diperlukan untuk melepaskan elektron dari

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

ikatannya tergantung pada keadaan energi atom atau molekul yang tertumbuk (Chapman, 1980).

Dalam keadaan stabil ionisasi dapat terjadi apabila energi elektron yang menumbuk lebih besar atau sama dengan energi yang tertumbuk, yang dapat di tulis sebagai berikut (Valyi, 1977) :

$$\frac{1}{2} m_e v_e^2 \geq eV^i \qquad (2.1)$$

dengan m_e adalah massa elektron, v_e adalah kecepatan elektron, e adalah muatan elektron, dan V^i adalah potensial ionisasi atom atau molekul.

2.3. Pelucutan Listrik dalam Gas

Pelucutan didefinisikan sebagai aliran arus listrik yang melalui gas dan proses-proses ionisasi gas yang disebabkan oleh adanya medan listrik. Lucutan gas sendiri diawali dengan terjadinya lucutan kapasitor dalam rangkaian yang terletak di antara dua elektroda. Jika tegangan cukup tinggi, listrik akan mengionisasi gas tersebut sehingga terjadi keadaan dadal elektrik (*breakdown*). Bila hal ini berada dalam rangkai (sirkuit) yang tertutup maka akan terjadi pelucutan kapasitor (Raizer, 1991).

Pada medan listrik DC, lucutan dapat dikelompokkan menjadi dua tipe, yaitu lucutan tak mandiri (*non self-sustaining*) dan lucutan mandiri (*self-sustaining*). Lucutan mandiri dibagi menjadi : lucutan pijar (*glow discharge*), lucutan busur

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

(*arc discharge*), dan lucutan pijar yang dihasilkan pada arus yang sangat lemah disebut lucutan gelap Townsend (*Townsend dark discharge*) (Raizer, 1991).

Suatu keadaan khusus dari lucutan mandiri adalah lucutan korona (*corona discharge*). Lucutan korona bisa terbentuk di dalam medan tak serba sama (*non-uniform*) yang kuat, tetapi kuat medan tersebut tidak cukup besar untuk menimbulkan keadaan arc (*arc discharge*) pada gas. Medan tak serba sama dapat dibangkitkan dengan sistem elektroda misalnya titik-bidang (*point-to-plane*), kawat-bidang dan lain-lain (Goldman dan Goldman, 1978).

2.4. Lucutan Gas dalam Tabung (Raizer, 1991)

Sebagai contoh proses lucutan diberikan melalui proses lucutan gas yang terjadi di dalam suatu tabung yang di dalamnya terdapat dua elektroda (Gambar 2.1). Dua elektroda tersebut dihubungkan dengan sumber tegangan DC.

Gambar 2.1 Tabung lucutan gas

Tegangan rendah yang dikenakan pada elektroda tidak memberikan pengaruh terhadap partikel-partikel gas dalam tabung dan arus yang terjadi berkisar pada 10^{-15} A. Ionisasi primer disebabkan oleh sinar kosmik atau radioaktif alam. Medan listrik akan mempercepat ion-ion gas dan elektron-elektron ke elektroda terkait. Sebuah lucutan dan arus listrik berlangsung terus menerus terjadi akibat pengaruh

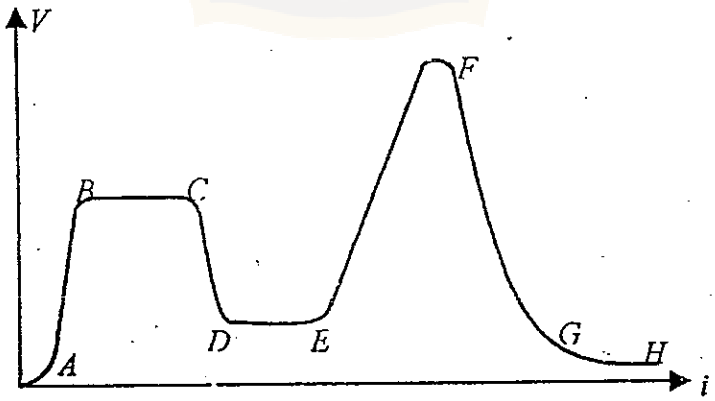
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

ionisasi eksternal, pada kondisi ini disebut *non-self-sustaining* (ionisasi-tak-mandiri). Bila tegangan dikenakan pada elektroda maka arus akan naik karena muatan yang dihasilkan dari ionisasi didorong ke elektroda sebelum terjadinya rekombinasi.

Saat tegangan bertambah besar, arus bertambah dengan cepat pula dan emisi cahaya dapat teramati. Inilah yang disebut keadaan dadal (*breakdown*) yang merupakan salah satu proses penting dalam lucutan.

Keadaan dadal diawali dengan diinjeksikannya sejumlah elektron untuk menstimulasi terjadinya proses ionisasi. Energi elektron bertambah saat elektron bergerak di dalam medan. Saat mencapai potensial ionisasi atom, elektron akan menggunakan energi kinetiknya untuk mengionisasi atom atau molekul gas yang lain sehingga terjadi ionisasi berantai dan pelipatan jumlah elektron (*avalanche electronic*).

Klasifikasi pelucutan gas dalam tabung ditunjukkan oleh karakteristik tegangan -arus pada Gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2. Karakteristik V-i lucutan gas dalam tabung dengan elektroda dua plat (Raizer, 1991)

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Saat tegangan dinaikkan, elektron pertama (terjadi akibat ionisasi gas oleh radiasi kosmik, UV) akan dipercepat sehingga energinya cukup untuk mengionisasi gas. Elektron-elektron bergerak menuju anoda dan arus terukur sangat lemah. Daerah ini disebut daerah lucutan tak mandiri (*region of non-self-sustaining discharge*), daerah A.

Jika tegangan terus dinaikkan sehingga elektron-elektron yang terjadi akibat ionisasi (eksternal) mendapat energi yang cukup besar dan mampu mengionisasi gas yang lain selama tumbukan maka terjadilah proses ionisasi berantai. Keadaan ini dinamakan keadaan dadal (*breakdown*). Arus naik walaupun tegangan tidak dinaikkan. Daerah keadaan dadal adalah daerah lucutan mandiri (*region of self-sustaining discharge*) dan biasa di sebut lucutan gelap Townsend (*the Townsend-dark-discharge*), daerah BC. Jika arus terus naik mulailah tampak nyala terang dalam tabung disertai penurunan tegangan pada elektroda. Keadaan ini dinamakan lucutan pijar subnormal (*subnormal glow discharge*), daerah CD.

Pada suatu nilai tegangan tertentu, tegangan akan tetap tetapi arus akan naik terus sampai nilai tertentu. Pada keadaan ini nyala akan menjadi lebih terang, dan dikenal dengan nama lucutan pijar normal (*normal glow discharge*), daerah DE. Kemudian arus tidak naik lagi dan terjadi kestabilan. Jika tegangan terus dinaikkan, arus akan naik sebanding dengan kenaikkan tegangan. Keadaan ini disebut lucutan abnormal (*abnormal discharge*), daerah EF. Selanjutnya pada tegangan tertentu timbul ketidakstabilan, tegangan turun dengan cepat sedangkan arus naik dengan secara tajam dan diikuti dengan nyala yang terang. Keadaan ini dinamakan keadaan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

transisi lucutan arc, daerah FG. Peristiwa ini diikuti oleh pertambahan arus yang sangat cepat dan kuat arus yang sangat besar dengan tegangan yang sangat rendah. Daerah ini disebut daerah lucutan busur (*arc discharge*), daerah GH.

2.5. Korona

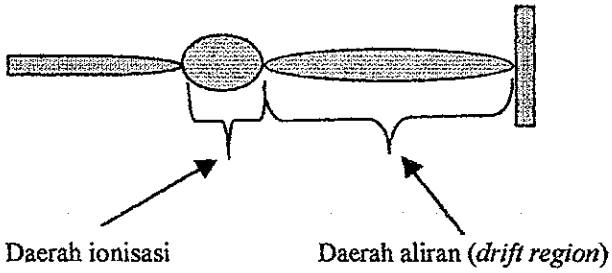
Korona merupakan salah satu teknik yang cukup penting dalam bidang industri dan penelitian ilmiah, yaitu sebagai sumber partikel bermuatan (Sigmond, 1978). Proses terjadinya korona diawali dengan adanya lucutan gas yang dihasilkan oleh tegangan DC (*direct current*) pada celah antara titik-bidang (*point-to-plane gap*) dalam gas. Secara umum lucutan gas dipengaruhi oleh parameter-parameter kelistrikan, yaitu arus dan tegangan, serta tekanan gas (Spyrout dkk, 1994).

Menurut Goldman dan Goldman (1978) korona didefinikan sebagai :

> Suatu lucutan korona dalam gas adalah lucutan elektrik mandiri (*self-sustaining*), di mana medan listrik (Laplacian) ditentukan oleh konfigurasi dari geometri elektroda, sehingga salah satu dari elektroda terdapat suatu daerah yang mempunyai intensitas medan listrik sangat kuat (elektroda aktif) dan mampu menimbulkan proses ionisasi primer.

Karakteristik umum dari lucutan korona adalah adanya medan listrik tidak homogen (laplacian). Pada lucutan pijar korona, distribusi medan listrik membatasi terjadinya ionisasi pada suatu daerah tertentu. Daerah ini disebut daerah ionisasi (*ionization region*). Letaknya di sekitar elektroda aktif. Sedangkan daerah yang lain disebut daerah aliran ion dan elektron atau daerah aliran muatan (*drift region*).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2.3. Ilustrasi daerah ionisasi dan daerah aliran ion-ion dan elektron pada konfigurasi elektroda geometri titik-bidang (*point-to-plane*) (Sigmond, 1982)

Ion-ion yang mengalir melalui daerah aliran muatan (*drift region*) akan menghasilkan arus saturasi unipolar korona. Pada konfigurasi elektroda geometri hiperboloid bidang (pendekatan untuk konfigurasi titik-bidang), arus saturasi unipolar korona dirumuskan sebagai berikut (Sigmond, 1982):

$$\frac{I_s}{V^2} = 2\mu\varepsilon_0 / d \qquad (2.2)$$

dengan I_s adalah arus saturasi, V adalah tegangan korona, μ adalah mobilitas pembawa muatan, ε_0 adalah permitivitas ruang hampa, dan d adalah jarak antara elektroda.

Berdasarkan polaritas sumber tegangan yang dikenakan pada elektroda titik (*point*), korona dapat digolongkan menjadi korona positif atau korona negatif (Sigmond, 1982).

2.5.1. Korona Positif

Suatu korona disebut korona positif apabila elektroda titiknya (*point*) merupakan elektroda positif. Celah antara dua elektroda didominasi oleh ion

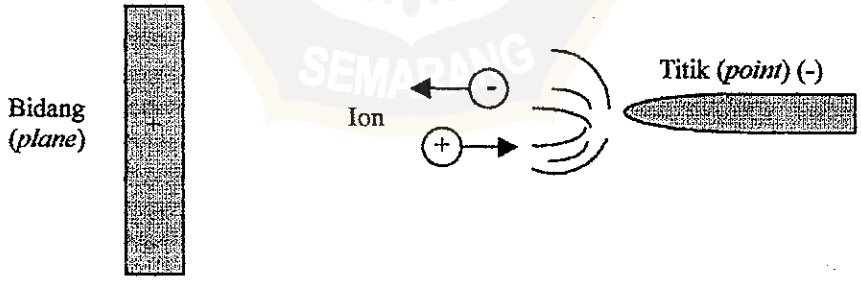
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

bermuatan positif. Pada korona tipe ini, katoda terisolasi dari daerah ionisasi oleh adanya daerah aliran dan terjadinya proses rekombinasi pada katoda (Sigmond, 1978).

Penelitian tentang korona positif telah dilakukan oleh Saki, Hosokawa, dan Miyoshi pada tahun 1958 dan oleh Naser pada tahun 1971. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa karakteristik kestabilan daerah aliran muatan tergantung pada arus dan berhubungan dengan distribusi muatan ruang (Sigmond, 1978).

2.5.2. Korona Negatif

Suatu korona disebut korona negatif apabila elektroda titiknya (*point*) sebagai katoda. Celah antara dua elektroda didominasi oleh muatan negatif. Berlawanan dengan korona positif, pada korona negatif katoda tidak terisolasi dari daerah ionisasi oleh adanya daerah aliran. (Kraus, 1991).



Gambar 2.4. Ilustrasi arah ion negatif dan positif dalam korona negatif (Kraus, 1991).

Pada korona negatif, jika muatan cukup banyak, elektron bebas akan meninggalkan permukaan elektroda *point*. Sebagian dari elektron tersebut akan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

berikatan dengan molekul oksigen membentuk ion negatif yang nantinya akan bergerak bersama muatan negatif lain (seperti elektron) ke arah elektroda positif (Kraus,1991).

Reaksi tumbukan antara molekul oksigen dengan elektron dituliskan dengan reaksi sebagai berikut:

$$O_2 + e \longrightarrow O_2^- \qquad \text{(R. 4)}$$

Proses ini disebut proses tangkapan terhadap elektron (*attachment*), dan proses ini dapat terjadi karena oksigen adalah molekul elektronegatif (Nur dkk, 1997).

2.6. Plasma Lucutan Pijar Korona sebagai Sumber Ion

Pada saat anoda dan katoda di dalam tabung reaktor bertekanan rendah diberi beda potensial yang besar maka elektron–elektron pada katoda akan terlepas dan dipercepat menuju anoda. Dalam perjalannya partikel-partikel ini mengalami tumbukan dengan partikel-partikel gas yang tersebar di antara anoda dan katoda. Peristiwa ini mengakibatkan pemindahan seluruh atau sebagian dari energi partikel penumbuk ke partikel gas, sehingga partikel-partikel gas dapat tereksitasi. Jika energi perpindahan ini melebihi energi ambang ionisasi, maka partikel gas dapat mengalami ionisasi. Proses ini senantiasa disertai dengan lucutan yang berpijar, sehingga plasma yang dihasilkan disebut sebagai plasma lucutan pijar (*glow discharge plasma*) (Raizer, 1991).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Hasil tumbukan antar elektron dengan atom-atom dan/atau molekul gas akan menghasilkan eksitasi dan ionisasi. Besarnya eksitasi dan ionisasi ini tergantung pada tampang lintang dan distribusi medan elektrik melalui energi elektron. Reaksi-reaksi ionik ini akan menghasilkan senyawa-senyawa radikal bebas (Spyrout, 1994).

Karena konfigurasi geometri elektroda adalah titik-bidang (*point-to-plane*) maka lucutan gas yang terjadi disebut pelucutan pijar korona (*corona glow discharge*), sehingga plasma yang dihasilkan dinamakan plasma lucutan pijar korona (*corona glow discharge plasma*). Plasma lucutan pijar korona ini dapat dianggap sebagai sumber ion (Spyrout, 1994).

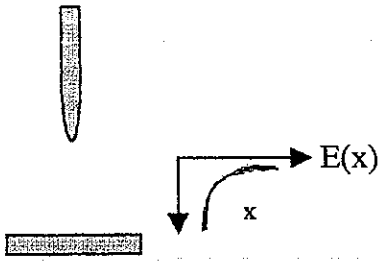
Partikel-partikel gas yang berada di antara dua elektroda dengan konfigurasi titik-bidang (*point-to-plane*) dan diberi beda tegangan yang tinggi akan terionisasi. Partikel-partikel gas tersebut akan menjadi ion-ion yang bermuatan positif. Ionisasi tersebut terjadi karena elektron yang terlepas dari katoda dipercepat menuju anoda dan mengalami tumbukan dengan partikel-partikel gas sehingga dihasilkan ion-ion positif (Sigmond, 1978).

2.7. Medan Listrik pada Elektroda Titik-bidang

Pada konfigurasi titik-bidang (*point-to-plane*), medan elektrostatik tak homogen (*inhomogen*) akan menghasilkan daerah medan kuat yang berperan sebagai ionisator permanen di daerah sekitar ujung (*point*) (gambar 2.5). Hubungan medan listrik sebagai fungsi jarak (x) antar elektroda titik-bidang ditunjukkan oleh gambar

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.5 di bawah ini. Dari gambar 2.5 terlihat bahwa kuat medan listrik akan berkurang dengan bertambahnya jarak (x).



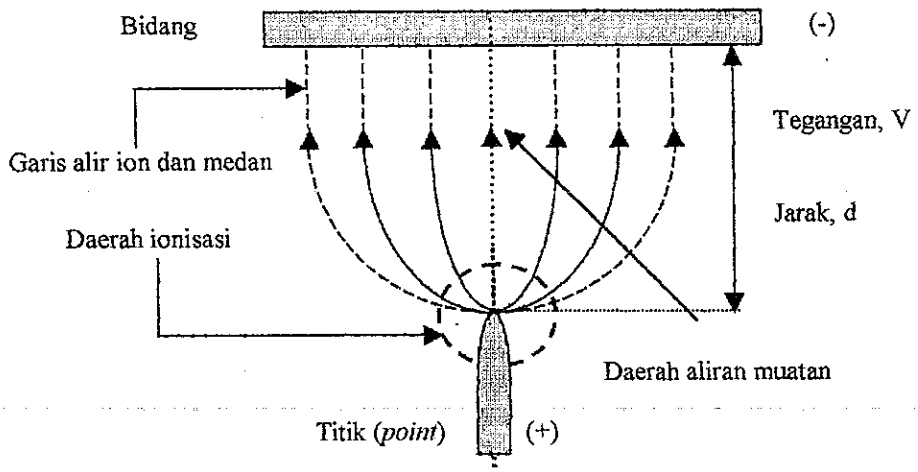
Gambar 2.5. Distribuasi medan dalam celah antar-elektroda titik-bidang (Spyrout dkk, 1994)

Besarnya intensitas medan listrik sebagai fungsi jarak (x) sepanjang daerah antar elektroda ditunjukkan oleh persamaan sebagai berikut (Spyrout dkk, 1994) :

$$E(x) = \frac{2V}{\left[r + 2x - x^2/d\right] \ln\left[1 + 4d/r\right]} \qquad (2.3)$$

dengan V adalah tegangan yang dikenakan pada elektroda titik (jarum), r adalah jari-jari ujung jarum (elektroda titik), d adalah jarak antar elektroda, dan x adalah jarak ujung jarum ke suatu titik tertentu dalam daerah antar-elektroda pada sumbu jarum.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



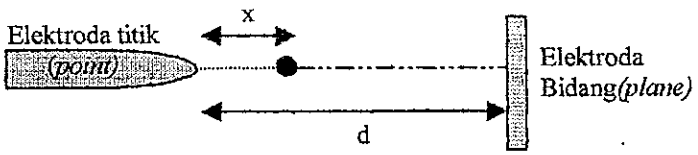
Gambar 2.6. Ilustrasi celah korona titik-bidang Laplacian dan sistem garis medan saturasi-muatan-ruang (Sigmond, 1982).

Gambar 2.6 menunjukkan daerah dalam lucutan pijar korona positif antara dua elektroda dan garis-garis gaya medan listrik dengan konfigurasi geometri hiperboloid-bidang yang merupakan pendekatan terhadap geometri titik-bidang.

Pada titik ujung jarum x = 0 maka persamaan di atas dapat ditulis sebagai berikut (Bamji dkk, 1993; Berg, 1995) :

$$E(x) = \frac{2V}{r\ln\left(1 + 4d/r\right)} \tag{2.4}$$

Persamaan ini biasa digunakan sebagai referensi dalam memperkirakan intensitas medan listrik di ujung jarum (*point*).



Gambar 2.7 Ilustrasi jarak pada titik tertentu terhadap elektroda aktif dan jarak antara dua elektroda (titik – bidang) (Bamji dkk, 1993).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Pembahasan lebih lanjut tentang korona konfigurasi titik-bidang dapat dilihat pada lampiran C.

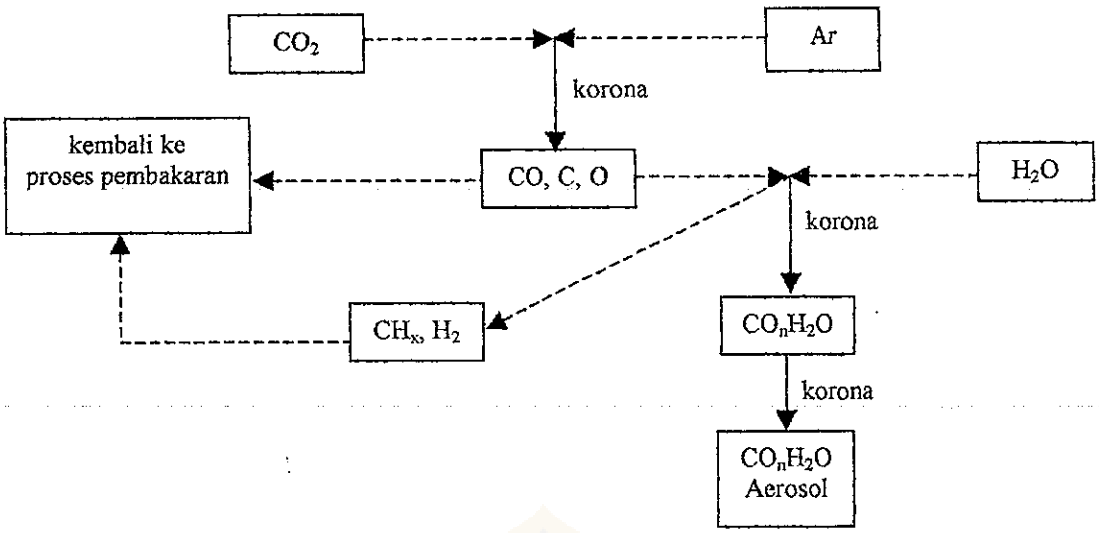
2.8. Reduksi Gas CO_x (Chang, 1993)

Pereduksi CO_2 melalui lucutan pijar korona dapat dilihat dengan reaksi sebagai berikut :

$$CO_2 + e \rightarrow \begin{cases} CO + O + e \\ C + O_2 + e \end{cases} \qquad \text{(R. 4)}$$

Pada reaksi ini elektron menumbuk molekul yang akan direduksi (CO_2) melalui akselerasi elektron yang diperoleh dari medan listrik eksternal. Peruraian molekul-molekul tergantung pada rotasi, vibrasi dan aras eksitasi dari molekul atau ion dan distribusi energi. Vibrasi dan eksitasi-rotasi tergantung pada gas dan energi elektron. Molekul kehilangan energi vibrasi dan eksitasi pada pembakaran gas, sebagian energi hilang menjadi radiasi thermal. Hasil peruraiannya yaitu CO, O dan C, akan bereaksi dengan H_2, NH_x dan OH membentuk gas baru, misalnya campuran C, CO, H_2, C_xH_y, dan lain-lain.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2.8. Diagram alir reduksi CO_2 (Chang, 1993)

Gambar 2.8 menunjukkan skema proses reduksi CO_2 dalam lucutan pijar korona. Chang (1989) mereduksi CO_2 sampai 40% pada pencampuran gas Argon-CO_2 dengan menggunakan reaktor plasma. Reaksi-reaksi argon ini sangat penting untuk menaikkan formasi elektron dan pereduksi CO_x. Argon mula-mula terionisasi dalam plasma dan elektron yang dihasilkan akan mampu mendisosiasikan CO_2. Proses ini akan menghasilkan CO yang didominasi oleh pereduksi langsung oleh elektron. Peruraian melalui radikal bebas dan reaksi ionik akan menghasilkan CO, C, O dan molekul oksida atau nitrida. Adanya uap air (H_2O) akan menghasilkan aerosol CO_n-H_2O.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)