



Majalah

## LAPAN

VOL. 3

NO. 1

MARET 2001

KEASAMAN AIR HUJAN DAERAH BANDUNG (TAHUN 1977 DAN 1998) DAN KAITANNYA DENGAN PARAMETER METEOROLOGI Nurlaini, Lely Qodrita Avia, Tuti Budiwati .....	1 - 7
KARAKTERISTIK SPREAD F DI ATAS SUMEDANG Sri Suhartini, Sarmoko Saroso, Asnawi .....	8 - 17
PENGUJIAN DAN ANALISIS KEKUATAN SAMBUNGAN PROPELAN KONFIGURASI SILINDER PADA ROKET RX-150 -1200-LPN Sutrisno, Hudoro .....	18 - 26
ANALISIS KOMPOSISI KIMIA AIR HUJAN DAN AGROKLIMAT TERHADAP PRODUKSI TANAMAN BUNCIS DI BANDUNG MENGGUNAKAN ANALISIS NUMERIK Toni Samiaji, Rosalina Naitutu, Nurlaini, Siti Asiati .....	27 - 43
PERBANDINGAN TOTAL OZON HASIL PENGUKURAN MENGGUNAKAN SPEKTROMETER VISIBEL DAN EP-TOMS DI CIATER Afif Budiyono .....	44 - 52

DITERBITKAN OLEH :  
LEMBAGA PENERBANGAN DAN ANTARIKSA NASIONAL  
Jl. Pemuda Persil No. 1, Jakarta 13220., INDONESIA

# Keasaman Air Hujan Daerah Bandung (Tahun 1997 dan 1998) dan Kaitannya Dengan Parameter Meteorologi

Nurlaini, Lely Qodrita Avia, Tuti Budiwati\*)

\*) Peneliti Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim, LAPAN

## ABSTRACT

Rain acidity (pH) measuring was accomplished in the office area of LAPAN, located at Dr. Junjuran street with geographic position of 6° 9' latitude- 107° 6' longitude for year 1997 and 1998. Moreover, a relation between pH with meteorologic parameters was observed such as pressure, temperature, humidity, rainfall, speed and direction of wind which data was taken at the same time from the BMG station at Cemara Street with geographic position of 6° 55' latitude- 107° 36' longitude and height of 791 meters.

The data result showed that the rain acidity tendency in Bandung area increased (decreasing of pH), with average of 5.52, which showed that acid rain occurred in Bandung during the period. Meanwhile, the maximal and minimal pH were 6.49 and 5.04. During this observation period a positive correlation between pH and pressure (+0.31) was found, while weak correlations occurred between pH and other meteorologic parameters.

## ABSTRAK

Telah dilakukan pengukuran keasaman air hujan (pH) yang diambil di perkantoran LAPAN Bandung, Jl. Dr. Junjuran dengan posisi geografis (6° 9' LS - 107° 6' BT) untuk tahun 1997 dan 1998. Disamping itu dilihat hubungan pH dengan parameter meteorologi yaitu tekanan, temperatur, kelembaban, curah hujan, kecepatan dan arah angin permukaan yang diambil datanya secara bersamaan dari Stasiun BMG (Badan Meteorologi dan Geofisika) Jl. Cemara dengan posisi geografis (6° 55' LS - 107° 36' BT) dengan ketinggian 791 meter.

Dari hasil pengolahan data ini terlihat kecenderungan keasaman air hujan daerah Bandung meningkat (pH bertambah kecil) dengan pH rata-rata 5,52 dimana hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi hujan asam di kota Bandung pada periode pengamatan. Sedangkan pH maksimal dan minimal masing-masing adalah 6,49 dan 5,04. Selama periode penelitian ini terdapat hubungan antara pH dan tekanan dengan koefisien korelasi yang positif yaitu (+ 0,31), sedangkan antara pH dengan parameter meteorologi lainnya terdapat korelasi yang lemah.

## 1. PENDAHULUAN

Pertambahan penduduk yang juga disertai dengan pertumbuhan ekonomi yang pesat di Indonesia, terutama di kota-kota besar termasuk Bandung, sangat berkaitan erat dengan pertumbuhan industri dan transportasi. Dampak dari kemajuan teknologi dan

industri yang pesat ini, akan memacu pertumbuhan jumlah gas buang yang di emisikan ke udara. Pada skala mikro atau lokal, pencemaran udara hanya mempengaruhi kualitas udara setempat, dalam lingkup udara yang relatif terbatas, misalnya pencemaran udara oleh debu. Selain itu terdapat pula pencemaran udara dalam skala meso

atau regional, yang dampaknya dapat mempengaruhi areal yang lebih luas contohnya hujan asam.

Peningkatan emisi gas dan aerosol oleh transportasi dan industri akan mengakibatkan peningkatan konsentrasi dari gas telusur seperti  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  dan Ozon. Keberadaan gas telusur dan aerosol ini di atmosfer bervariasi sesuai dengan ruang serta waktu tinggal. Gas-gas ini dapat membentuk senyawa lain melalui reaksi kimia/fotokimia, seperti  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}$  dan  $\text{HC}$  (hidro karbon) yang mempengaruhi pembentukan ozon dan perusakan ozon di atmosfer. Sedangkan aerosol dan gas-gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$  dan  $\text{SO}_2$  dapat dibersihkan dari atmosfer melalui proses pembersihan kering (dry deposition) atau basah (wet deposition). Larutnya atau terbawanya gas-gas yang bersifat asam oleh hujan akan mempengaruhi kadar keasaman air hujan di suatu lokasi.

Kondisi untuk terjadinya hujan asam adalah bila derajat keasaman (pH) air hujan tersebut dibawah 5,6. Menurut Seinfeld J.H., (1998) garis batas keasaman air hujan adalah 5,6 karena pada nilai tersebut air murni berada dalam kesetimbangan dengan konsentrasi  $\text{CO}_2$  di atmosfer sebesar 330 ppm.

Keasaman air hujan merupakan salah satu parameter untuk menentukan apakah udara di suatu daerah sudah terpolusi atau belum, meskipun sumber emisi yang menyebabkan keasaman air hujan tersebut bisa saja berasal dari lokasi lain yang terbawa oleh angin ke lokasi yang diteliti. Keingin tahun para ahli tentang "long range transport" dari polutan-polutan tersebut telah didiskusikan oleh Pack *et al.* (1978) dan Smith and Hunt (1978). Makalah ini membahas hubungan antara beberapa senyawa kimia air hujan dengan beberapa parameter meteorologi. Gorman (1961) meneliti pengaruh faktor-faktor meteorologi seperti jumlah curah hujan, evaporasi, temperatur, kecepatan dan arah angin terhadap konsentrasi ion-ion dalam air daratan. Singh and Nobert (1982) memperlihatkan bahwa keasaman air hujan di N Quebec diyakini berkaitan

dengan karakteristik dan trajektori dari massa udara sebelum dan selama turunnya hujan. Raynor and Hayes (1981,1982) memperlihatkan bahwa konsentrasi dari ion-ion dalam air hujan dipengaruhi oleh musim, kondisi cuaca setempat, tipe dan jumlah curah hujan serta kecepatan dan arah angin. Munn *et al.* menunjukkan bahwa terdapat pengaruh faktor meteorologi terutama angin terhadap deposisi basah di Hubbard Brook, New Hampshire.

Daerah Bandung terletak pada ketinggian di atas 709 m dari permukaan laut yang dikelilingi oleh pegunungan dengan kondisi geografi yang berbentuk cekungan, udara di kota Bandung akan mengalami kesulitan dalam sirkulasinya, sehingga kondisi ini dapat membahayakan bila terjadi timbunan polutan di udara. Kontributor utama pencemar udara kota Bandung adalah gas  $\text{CO}$  - 48.110 ton/tahun;  $\text{NO}_x$  - 2.707 ton/tahun dan  $\text{SO}_2$  - 2.356 ton/tahun, sedangkan Pb (timbal) dengan 35 ton/tahun (Gede H.Cahyana, Pikiran Rakyat, September 1997).

Proses keasaman air hujan di Bandung dipengaruhi oleh faktor-faktor meteorologi, terutama oleh angin yaitu angin darat, angin gunung dan angin lembah yang mempunyai mekanisme yang sangat kompleks. Disamping itu akan dilihat juga hubungan antara keasaman air hujan dengan parameter meteorologi lainnya yaitu, temperatur, tekanan, kelembaban dan curah hujan

## 2. METODA PENELITIAN

Pengambilan sampel air hujan untuk penelitian keasamannya dilakukan di kota Bandung, tepatnya di perkantoran LAPAN, Jl. Dr. Junjuran. Lokasi penelitian ini terletak di daerah Cipedes yang termasuk wilayah Bandung Barat, yang merupakan daerah pemukiman dan transportasi padat.

Alat penampung air hujan ditempatkan pada ketinggian 12 meter dari permukaan. Sampel dikumpulkan setiap hari hujan, kemudian disimpan dalam refrigerator pada temperatur 4 °C dan

ditambahkan tymol. Perlakuan ini untuk menjaga kestabilan dan menghindari gangguan bakteri pada sampel.

Pengukuran pH dilakukan setiap minggu menggunakan pH meter (Orion SA 720), kemudian diambil rata-rata bulanan selama hampir 2 tahun yaitu mulai Januari 1997 sampai Oktober 1998. Data parameter meteorologi diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Stasiun Bandung yang lokasinya sedikit ke Utara dari lokasi pengambilan sampel air hujan. Data meteorologi yang digunakan adalah data rata-rata bulanan untuk parameter

tekanan (mb), temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ), kelembaban (%), curah hujan (mm), kecepatan angin (knot) dan arah angin. Sedangkan jam pengamatan parameter meteorologi di stasiun ini adalah dari pukul 07.00 WIB s/d pukul 19.00 WIB.

### 3. DATA

Data pH diambil dari pengukuran pada lokasi kantor LAPAN, Jl Dr. Junjuran sedangkan data untuk parameter meteorologi diambil dari BMG stasiun Bandung. untuk periode Januari 1997 - Oktober 1998.

Tabel 3-1. Keasaman air hujan (pH) dan parameter meteorologi (Januari 1997- Oktober 1998)

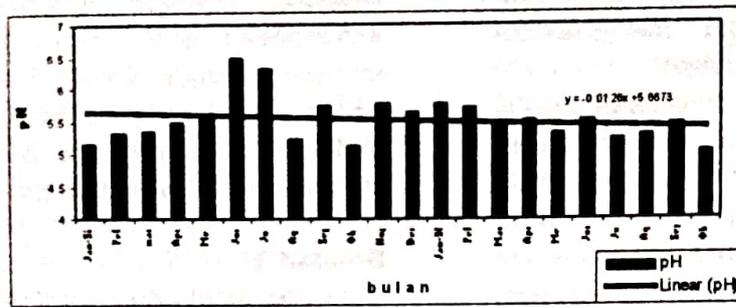
Bulan	pH *	P(mb)	T( $^{\circ}\text{C}$ )	RH(%)	ch(mm)	hh	ch rata(mm)	kec.angin (knot)	arah angin
Jan-97	5.15	922.4	22.5	79	139.1	26	5.35	6	W
Feb	5.33	921.1	23.1	75	105.5	21	5.02	6	W
mar	5.35	923.1	23.6	75	189	21	9.00	4	W
Apr	5.47	923.2	23	81	227.2	23	9.88	4	E
Mei	5.59	922.4	23.2	80	291.4	17	17.14	3	N
Jun	6.49	923.4	22.6	72	4	8	0.50	3	E
Jul	6.31	923.2	22.4	68	15.1	4	3.78	5	E
Agt	5.22	923.9	23.1	66	16.5	3	5.50	5	E
Sep	5.74	924.5	23.5	63	1.4	1	1.40	6	E
Okt	5.13	924.4	24.4	82	37	6	6.17	6	W
Nop	5.76	923.7	23.9	61	111.4	15	7.43	5	W
Des	5.64	923.1	23.6	79	318.8	20	15.94	4	W
Jan-98	5.76	923.1	24.1	78	184	18	10.22	6	W
Feb	5.71	924.2	23.5	85	409.3	26	15.74	3	W
Mar	5.47	923.3	23.4	85	481.2	28	17.19	3	E
Apr	5.53	922.9	23.6	86	275.4	27	10.20	2	W
Mei	5.31	922.3	24.2	81	178.5	20	8.93	3	W
Jun	5.52	922.3	23.2	82	236.9	23	10.30	3	N
Jul	5.24	922.2	23.1	82	118.5	17	6.97	3	E
Agt	5.28	922.7	23.4	74	74.6	11	6.78	5	E
Sep	5.44	922.6	23.6	74	134.3	10	13.43	4	E
Okt	5.04	922.1	23.4	81	196.6	27	7.28	2	W
rata-rata	5.52	923.00	23.38	76.77	170.26	16.91	8.82	4.14	
maksimum	6.49	924.5	24.4	86	481.2	28	17.19	6	W
minimum	5.04	921.1	22.4	61	1.4	1	0.5	2	N

Sumber : \* Puslitbang Pengetahuan Atmosfer LAPAN Bandung  
Data meteorologi dari BMG Stasiun Bandung

### 4. PEMBAHASAN

Dari data pH pada Tabel 3-1 terlihat bahwa pH rata-rata adalah 5,52 sedangkan pH maksimum dan minimumnya adalah 6,49 dan 5,04. Kalau ditinjau dari pH rata-rata selama

periode pengamatan telah terjadi hujan asam ( $\text{pH} < 5,6$ ). Sedangkan bila dilihat kecenderungan keasaman air hujan selama waktu pengamatan (22 bulan) pada Gambar 4-1 terlihat keasaman air hujan meningkat selama periode pengamatan (pH mengecil).



Gambar 4-1 : Nilai keasaman air hujan (pH) dan kecenderungannya tahun 1997 - 1998.

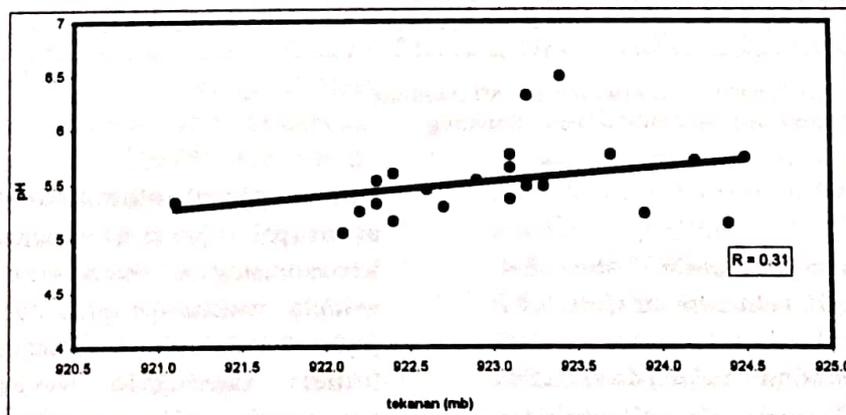
Hal ini karena sumber emisi polutan terutama  $SO_2$  dan  $NO_x$  meningkat dari waktu ke waktu sejalan dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor dan industri. Pada sektor transportasi sebagai penunjang pertumbuhan ekonomi, jumlah kendaraan bermotor bertambah dari tahun ke tahun (1989-1996) yaitu mengalami peningkatan sekitar 699.000 buah atau 8,42 % per tahun (sumber : Polwiltabes Bandung), sedangkan kebutuhan bahan bakar dari tahun 1989 sampai dengan tahun 1996 untuk sektor transportasi mengalami kenaikan sebesar 9,08 % per tahun (sumber : Pertamina Bandung).

Menurut kajian Bank Dunia, Indonesia menghadapi hal yang serius dalam peningkatan polusi udara, dengan konsentrasi beberapa polutan (TSP, Pb,  $SO_2$ , CO,  $CO_2$ , HC,  $NO_x$ ) yang tercatat untuk daerah lalu lintas padat pada kota-kota besar seperti Jakarta, Bandung, Surabaya akan melebihi standar kualitas udara ambien nasional. Menurut kajian tersebut sektor transportasi akan mengalami pertumbuhan 6-8 % pertahun, sehingga penggunaan

bahan bakar pada tahun 2000 akan meningkat 2 kali dari level tahun 1900, tahun 2010 menjadi 5 kalinya dan pada tahun 2020 menjadi 9 kalinya (World Bank, Indonesia Environment and Development, 1995).

Dari data pH selama 22 bulan tersebut terlihat pH terendah atau keasaman tertinggi berturut-turut untuk tahun 1997 dan 1998 terjadi pada bulan yang sama yaitu bulan Oktober yang merupakan bulan peralihan dari musim panas ke musim hujan.

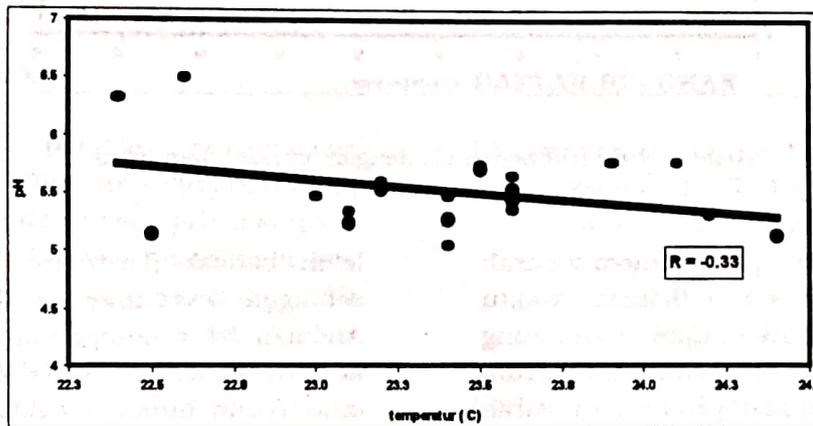
Untuk melihat hubungan keasaman air hujan dengan parameter meteorologi dapat dijelaskan hal-hal sebagai berikut ini. Penggunaan bahan bakar fosil terutama minyak bumi di Indonesia tidak tergantung musim, dan dianggap sama sepanjang tahun. Akibatnya emisi polutan ke atmosfer yang berasal dari hasil pembakaran bahan bakar minyak juga sama sepanjang tahun dan tidak tergantung musim. Sehingga dalam melihat hubungan keasaman air hujan dengan parameter meteorologi, faktor emisi sumber dapat dieliminir.



Gambar 4-2 : Hubungan pH dengan tekanan (mB).

Hubungan pH dengan tekanan (Gambar 4-2) selama periode pengamatan (22 bulan). Dari gambar ini terlihat bahwa tekanan cenderung turun, sedangkan pH juga cenderung turun, artinya terjadi korelasi (+) dengan faktor korelasi 0,31. Padahal menurut Zwack and Babin, 1984; Zwack and Kabil, 1985; Zwack et.al. 1986 (Bhawan Singh *et al* (1987); bila tekanan udara makin besar, akan menyebabkan adanya peristiwa subsi-

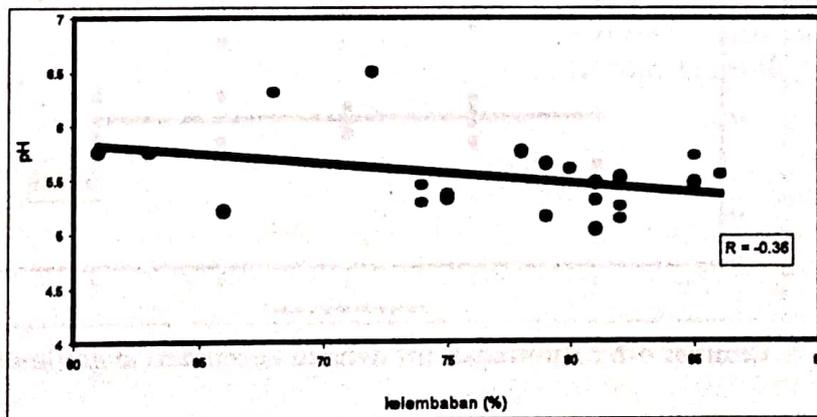
densi dalam skala besar, presipitasi dilokalisasi, sehingga konsentrasi ion makin menumpuk terbawa hujan, akibatnya tingkat keasaman air hujan bertambah besar. Sebaliknya bila tekanan mengecil akan menyebabkan terjadinya konveksi, dimana adanya pergerakan massa udara naik, yang akan menyebabkan berkurangnya tingkat keasaman air hujan.



Gambar 4-3 : Hubungan pH dengan temperatur (°C).

Hubungan pH dengan temperatur (Gambar 4-3). Dari gambar terlihat selama periode pengamatan temperatur cenderung meningkat, sedangkan pH menurun, artinya terjadi korelasi negatif

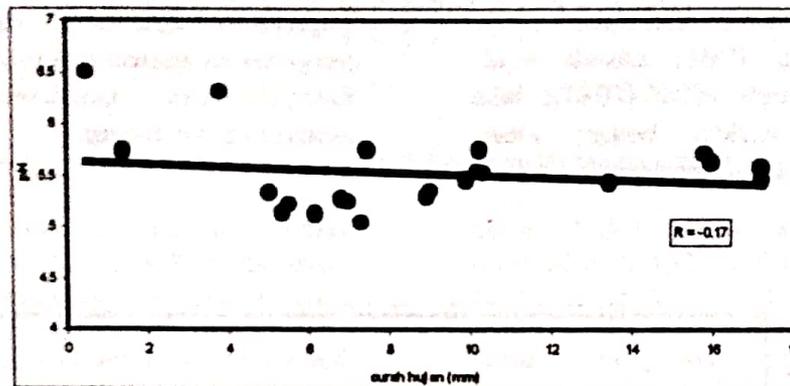
dengan faktor korelasi (- 0,33). Artinya dengan naiknya temperatur, makin banyak ion  $H^+$  yang terlarut dalam air hujan, sehingga keasamannya meningkat.



Gambar 4-4 : Hubungan pH dengan kelembaban (%)

Hubungan pH dengan kelembaban (Gambar 4-4). Kelembaban selama waktu pengamatan cenderung naik, sehingga berkorelasi negatif terhadap pH dengan faktor korelasi (- 0,36). Semakin besar

kelembaban artinya semakin banyak uap air yang terkandung di udara, dan makin besar pula curah hujan yang terjadi, sehingga semakin banyak ion  $H^+$  yang terlarut dalam hujan.

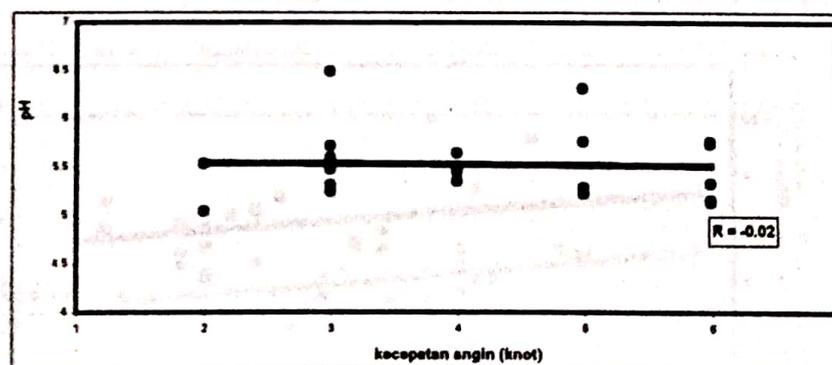


Gambar 4-5 : Hubungan pH dengan curah hujan (mm).

Hubungan pH dengan curah hujan (Gambar 4-5). Selama waktu pengamatan curah hujan cenderung naik, sedangkan pH cenderung turun. Ini berarti hubungan pH dengan curah hujan berkorelasi negatif, walaupun dengan faktor korelasi yang sangat kecil (-0,17). Terlihat selama periode penelitian di daerah Jakarta ini terdapat anomali dimana seharusnya dengan makin besarnya jumlah curah hujan mestinya ion-ion terlarut dalam air hujan relatif

lebih banyak (larutannya lebih encer), sehingga keasamannya lebih rendah. Anomali ini kemungkinan terjadi akibat adanya perbedaan durasi maupun intensitas curah hujan sewaktu pengambilan sampel air hujan dilakukan.

Hubungan pH dengan kecepatan angin (Gambar 4-6). Terlihat kecepatan angin selama waktu pengamatan cenderung turun sehingga hubungannya dengan pH berkorelasi negatif sangat kecil (faktor korelasi = - 0,02).



Gambar 4-6 : Hubungan pH dengan kecepatan angin(knot).

Pada Tabel 4.1 terlihat bahwa 31,82 % dari kejadian hujan yang turun terjadi dari arah timur (E) dan barat (W) dimana hal ini berkaitan dengan nilai pH yang kecil dari 5,6 (air hujan bersifat

asam). Kalau kita lihat daerah di sebelah timur dan barat Bandung adalah merupakan sumber emisi yang banyak berasal dari industri dan merupakan daerah padat transportasi.

Tabel 4-1 : HUBUNGAN PH DENGAN ARAH ANGIN

pH	E	W	N
frek pH < 5,6	7	7	2
prosentase	31,82	31,82	9,09
frek pH > 5,6	2	4	-
prosentase	9.09	18.18	-

## 5. KESIMPULAN

Selama periode pengamatan (Januari 1997 - Oktober 1998) di daerah Bandung kecenderungan pH menurun yang artinya tingkat keasaman air hujan meningkat dengan pH rata-rata 5,52 (kurang dari 5,6). Hal ini berarti sudah terjadi hujan asam di daerah Bandung. Sedangkan pH minimum dan maksimum berturut-turut adalah 5,04 dan 6,49.

Pada daerah Bandung hubungan antara pH dengan parameter meteorologi tidak berkorelasi kuat baik korelasi positif maupun negatif. Korelasi positif terjadi antara pH dengan tekanan yaitu dengan faktor korelasi 0,31. Sedangkan dengan parameter meteorologi lainnya terdapat korelasi negatif. Korelasi antara pH terhadap temperatur, kelembaban, curah hujan dan kecepatan angin adalah lemah.

## DAFTAR RUJUKAN

- Bhawan Singh, Marie Nobert and Peter Zwack; 1987; Rainfall Acidity as Related to Meteorological Parameters in Northern Quebec, *Atmospheric Environment*, Vol 21 No 4 1987, hal 813 - 840.
- Herbert Riehl; 1978; *Introduction To The Atmosphere*, third Edition, McGraw Hill Kogakusha.
- John H. Seinfeld, Spyros N Pandis; 1998; *Atmospheric Chemistry And Physics*, John Wiley & Sons, Inc.
- Tuti Budiwati, Siti Asiaty dan Nanang Effendi; 1992; Pengukuran SO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> Dalam Aerosol dan SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> Dalam Air Hujan, *Prosiding Program Penelitian Dirgantara, LAPAN*, No. D-III / 92.