

PROGRAM KOMPUTER UNTUK PELAPORAN HASIL ANALISA AIR MENURUT METODA API

Oleh :
Dr. S. Mulyono

SARI

Suatu program komputer untuk pelaporan hasil analisa air lapangan menurut metoda A.P.I. telah dibuat dalam bahasa MBASIC. Pada program ini ada kesempatan untuk mengkoreksi kekeliruan atas data yang sudah dimasukkan.

Dengan semakin memasyarakatnya komputer pribadi, maka pemakaian program ini akan mengurangi kekeliruan yang dapat terjadi pada pelaporan yang dikerjakan secara manual, seperti antara lain pada pekerjaan menghitung dan membaca grafik.

ABSTRACT

A computer program for a report results of field water analysis according to A.P.I. has been made in MBASIC language. In this program there are chances to make correction on data that are already entered into the computer.

With the extensive use of personal computers, the utilization of this program will reduce mistakes, that could have been made manually a.o. in the job of counting and graphic reading.

I. PENDAHULUAN

Analisa air dipakai oleh industri minyak, antara lain untuk tujuan identifikasi formasi, pengendalian mutu air, dan evaluasi masalah pencemaran.

Laporan analisa air menurut metoda API (American Petroleum Institute), di samping memuat data tentang identitas contoh, minimal menyajikan data seperti berikut (lihat gambar 1) :

- Konsentrasi kation natrium, kalsium, magnesium, dan barium;
- Konsentrasi anion khlorida, sulfat, karbonat, dan bikarbonat;
- pH, Specific Gravity, dan konsentrasi hidrogensulfida;
- Total Dissolved Solids, yang diperoleh dari perhitungan;

- Resistivity pada suatu suhu, yang diperoleh dari pengukuran.

Pada metoda ini konsentrasi natrium ditentukan dengan cara perhitungan, yakni merupakan selisih harga jumlah meq/l anion dan jumlah meq/l anion. Penentuan-penentuan lain hanya dibuat dan dilaporkan apabila ada permintaan khusus untuk itu.

Analisa contoh air yang berasal dari lapangan minyak yang dilakukan di laboratorium LEMIGAS sejak tahun tujuh-puluhan untuk melayani kebutuhan kegiatan eksplorasi, dikerjakan sesuai saran-saran metoda API. Dalam tulisan ini disajikan suatu program komputer untuk membuat laporan analisa air tersebut. Program ditulis dalam bahasa MBASIC dan dimaksudkan untuk digunakan pada komputer pribadi yang sudah makin meluas pemakaiannya.

API WATER ANALYSIS REPORT FORM

Company		Sample No.	Date Sampled	
Field	Legal Description		County or Parish	State
Lease or Unit	Well	Depth	Formation	Water, B/D
Type of Water (Produced, Supply, etc.)		Sampling Point		Sampled By

DISSOLVED SOLIDS

CATIONS	mg/l	me/l
Sodium, Na (calc.)	_____	_____
Calcium, Ca	_____	_____
Magnesium, Mg	_____	_____
Barium, Ba	_____	_____
_____	_____	_____

ANIONS

Chloride, Cl	_____	_____
Sulfate, SO ₄	_____	_____
Carbonate, CO ₃	_____	_____
Bicarbonate, HCO ₃	_____	_____
_____	_____	_____

Total Dissolved Solids (calc.) _____

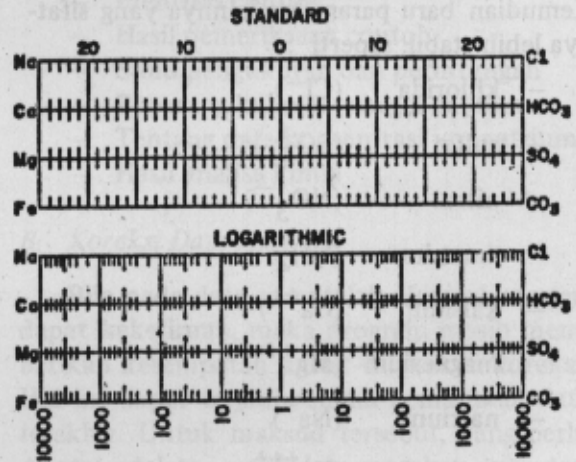
Iron, Fe (total) _____
Sulfide, as H₂S _____

REMARKS & RECOMMENDATIONS:

OTHER PROPERTIES

pH	_____
Specific Gravity, 60/60 F.	_____
Resistivity (ohm-meters) _____ F.	_____
_____	_____
_____	_____

WATER PATTERNS — me/l



Gambar 1 : Formulir Analisa Air A.P.I.

II. PEMERIKSAAN CONTOH AIR

Analisa kimia dan pengukuran sifat-sifat lainnya, kecuali penentuan konsentrasi besi, tidak dilakukan pada contoh aslinya (sebagai mana contoh yang diterima), tetapi pada contoh yang sudah disaring.

Pada filtrat hasil penyaringan contoh, penentuan parameter yang kurang stabil sifatnya dilakukan terlebih dulu, seperti :

- pH
- bikarbonat (HCO_3^-)
- karbonat ($\text{CO}_3^{=}$)
- hidroksida (OH^-)

Kemudian baru parameter lainnya yang sifatnya lebih stabil, seperti :

- khlorida (Cl^-)
- sulfat ($\text{SO}_4^{=}$)
- nitrat (NO_3^-)
- amonium (NH_4^+)
- kalsium (Ca^{++})
- magnesium (Mg^{++})
- natrium (Na^+)
- besi (Fe^{+++}) (pada contoh aslinya)
- Total Dissolved Solids (dengan cara penguapan)
- Specific Gravity (pada suhu 60°F)
- Electrical Resistivity (pada suhu tertentu)

Data hasil penentuan konsentrasi kation dan anion dinyatakan dalam 'mg/l' atau biasa juga disebut 'ppm'.

III. PERHITUNGAN

A. Konsentrasi Ion Natrium

Dengan makin meluasnya pemakaian alat spektrometer serapan atom, maka penentuan konsentrasi ion natrium secara langsung men-

jadi mudah dan hasilnya sudah tentu juga lebih tepat dari pada secara perhitungan.

Pada metoda API, penentuan konsentrasi ion natrium dapat dilakukan dengan cara perhitungan, yakni merupakan jumlah meq/l anion dikurangi jumlah meq/l kation. Cara ini adalah karena penentuan langsung konsentrasi natrium secara konvensional tidaklah mudah.

B. Resistivitas Hitung

Calculated Resistivity (Resistivitas Hitung) menurut metoda API, ditentukan dengan menggunakan grafik yang ada pada Gambar 2. Untuk maksud itu diperlukan data Total Equivalent NaCl Concentration (lihat 3.3) dan data suhu (biasanya dipilih 125°F). Pada grafik dalam Gambar 2, garis 'iso temperature' berpotongan dengan garis 'iso ppm' di suatu titik. Dari titik ini ditarik garis vertikal ke bawah (garis 'iso resistivity'). Calculated Resistivity dalam 'ohm-meter' dapat dibaca pada skala 'Resistivity of Solution'.

C. Total Equivalent NaCl Concentration

Yang dimaksud dengan Total Equivalent NaCl Concentration (Konsentrasi NaCl Ekuivalen Total) di sini, adalah konsentrasi NaCl dalam 'mg/l' yang memberikan sifat resistivitas elektrik pada air, sehingga sama dengan sifat resistivitas elektrik yang diberikan oleh semua ion-ion yang terdapat dalam contoh yang bersangkutan. Untuk menentukan Total Equivalent NaCl Concentration menurut metoda API, dilakukan dengan cara sebagai berikut :

Data konsentrasi ion-ion tertentu yang dinyatakan dalam 'mg/l' dikalikan dengan faktor untuk masing-masing ion tersebut, dan dijumlahkan.

Jenis ion-ion yang dimaksud dan faktor-faktornya adalah :

- Natrium (Na^+) 1.00
- Natrium (Na^+) 1.00
- Kalsium (Ca^{++}) 0.95
- Magnesium (Mg^{++}) 2.00
- Khlorida (Cl^-) 1.00

- Sulfat ($\text{SO}_4^{=}$) 0.50
- Bikarbonat (HCO_3^{-}) 0.27
- Karbonat ($\text{CO}_3^{=}$) 1.26

- b1 = + 34.8554237
- b2 = - 7.7797060
- b3 = + 0.8284938
- b4 = - 0.2097733
- b5 = + 0.0202633

D. Rumus Perhitungan Resistivitas

Bertolak dari data tentang Total Equivalent NaCl Concentration (ppm) dan suhu ($^{\circ}\text{F}$), harga Resistivity (ohm-meter) dapat dibaca dari grafik pada Gambar 2. Dari hasil penelitian sifat-sifat karakteristik grafik ini, dapat ditemukan rumus-rumus untuk menghitung harga Resistivity, yang dapat dipakai oleh program :

$$U = a1 + a2.T + a3.T^2 + a4.T^3 + a5.T^4$$

$$V = b1 + b2.X + b3.X^2 + b4.X^3 + b5.X^4$$

$$Z = (0.425(U - 4.320) + V - 13.094) / 6.54$$

$$R = 10^Z + 0.0005$$

di mana

R : Calculated Resistivity (ohm-meter)

T : suhu ($^{\circ}\text{F}$)

X : Total Equivalent NaCl Concentration (ppm)

a1, a2, a3, a4, a5 : koefisien polinom U

b1, b2, b3, b4, b5 : koefisien polinom V

Besaran U, V, Z, dan R dalam program didefinisikan sebagai variabel presisi rangkap, dan demikian pula koefisien polinom untuk fungsi U dan V tersebut di atas yang masing-masing besarnya adalah :

$$a1 = + 59.1678725$$

$$a2 = - 85.5577102$$

$$a3 = + 72.6918028$$

$$a4 = - 29.6997167$$

$$a5 = + 4.2432669$$

IV. PROGRAM KOMPUTER

A. Pemasukan Data

Program komputer untuk pelaporan hasil analisa air lapangan yang ditulis dalam bahasa MBASIC selengkapnya terdapat pada Tabel 2.

Data masukan yang diperlukan terdapat pada Tabel 1 yang terdiri dari :

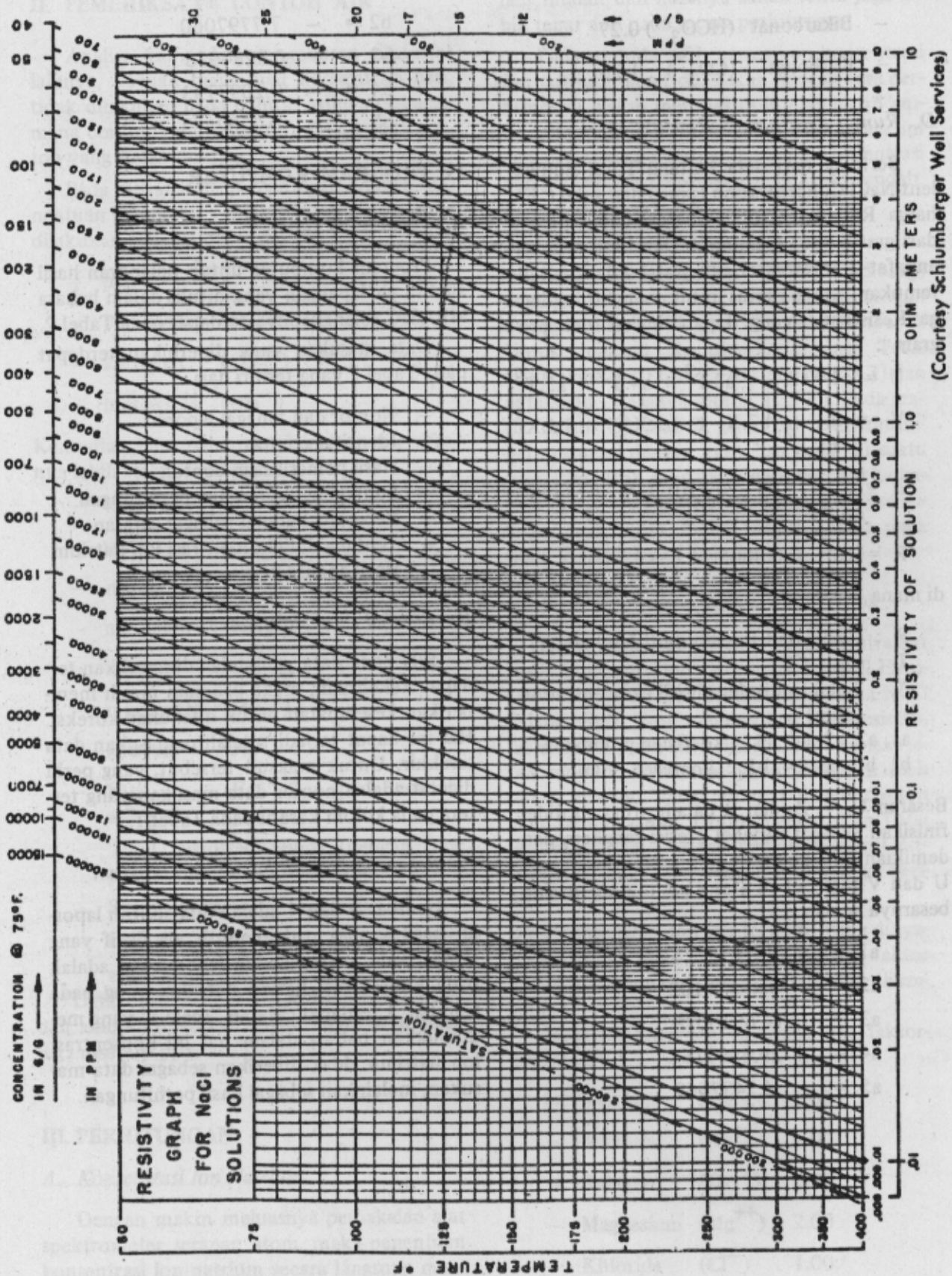
- Nomor dan tanggal laporan
- Identitas contoh
- Hasil pemeriksaan contoh
- Suhu pengukuran dan perhitungan
- Beberapa kalimat sebagai catatan
- Tentang data konsentrasi ion natrium
- Hasil analisa kimia

B. Koreksi Data Masukan

Bila pada data yang telah dimasukkan terdapat kekeliruan, maka program masih memberikan kesempatan untuk dilakukan koreksi. Hal ini dapat terjadi setelah pemasukan data terakhir. Untuk maksud tersebut, yang perlu dicatat adalah nomor data masukan yang tertera pada kolom kesatu pada Tabel 1.

C. Beberapa Contoh Pemakaian Program

Gambar 3 dan 4 adalah dua contoh laporan hasil analisa pada contoh air fiktif yang sama. Beda antara kedua laporan itu adalah pada konsentrasi kation natrium, yang pada Gambar 3 terdapat catatan "(calc.)" yang menunjukkan bahwa dalam hal ini konsentrasi ion natrium tidak diberikan sebagai data masukan, melainkan sebagai hasil perhitungan.



(Courtesy Schlumberger Well Services)

Gambar 2 : Diagram Resistivitas Untuk Larutan NaCl.

LABORATORY REPORT
API WATER ANALYSIS

No. : 497/TR/RPK/74
Date : 6 June 1974

This report relates only to the sample tested and may not be used for advertising purpose.
All analysis except iron determination, were performed on filtered sample.

Date Received : 1-6-1974	Date Analyzed : 3-6-1974	Date Sampled : 29-5-1974	
Company : A R C O	Well Name : PSI SS 1	Sample No. :	Formation :
Depth : 5263-5289 FT	Sampled from : DST-6	Location :	Field : ARDJUNA
County : JAVA SEA	State : INDONESIA	Engineer : MN	

CATION	meq/l	mg/l	ANION	meq/l	mg/l
1. SODIUM, Na+ (calc.)	525.78	12087.70	1. CHLORIDE, Cl-	495.56	17569.00
2. CALCIUM, Ca++	4.29	86.00	2. BICARBONATE, HCO3-	28.32	1728.00
3. MAGNESIUM, Mg++	8.51	103.50	3. SULFATE, SO4=	14.32	688.00
4. BARIUM, Ba++	0.00	0.00	4. CARBONATE, CO3=	0.42	12.70
5. AMMONIUM, NH4+	0.04	0.70	5. HYDROXIDE, OH-	0.00	0.00
6. POTASSIUM, K+	0.03	1.30	6. NITRATE, NO3-	0.03	2.10
TOTAL CATION =	538.66	12279.20	TOTAL ANION =	538.66	19999.80
Total IRON, Fe+++	6.50	121.00			

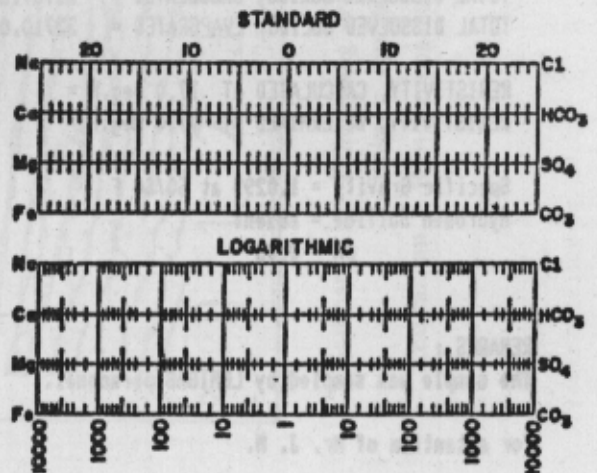
TOTAL DISSOLVED SOLIDS, CALCULATED = 32279.00 mg/l
TOTAL DISSOLVED SOLIDS, EVAPORATED = 33710.00 mg/l

RESISTIVITY, CALCULATED AT 125.0 deg.F = 0.130 ohm.meter
RESISTIVITY, DETERMINED AT 125.0 deg.F = 0.197 ohm.meter

Specific Gravity = 1.0299 at ambient temperature
Hydrogen Sulfide = absent
pH = 8.03

REMARKS :
The sample was hand carried by ARCO personnel.

WATER PATTERNS — me/l



LABORATORY MANAGER

Gambar 3 : Contoh Pemakaian Program Konsentrasi NaCl dihitung.

LABORATORY REPORT
API WATER ANALYSIS

No. : 497/TR/RPK/74

Date : 6 JUNE 1974

This report relates only to the sample tested and may not be used for advertising purpose.
All analysis except iron determination, were performed on filtered sample.

Date Received : 1 JUNE 1974	Date Analyzed : 3 JUNE 1974	Date Sampled : 29 MAY 1974	
Company : A R C O	Well Name : PSI SS 1	Sample No. :	Formation :
Depth : 5263-5289 FT	Sampled from : DST-6	Location :	Field : ARDJUNA
County : JAVA SEA	State : INDONESIA	Engineer : NM	

CATION	meq/l	mg/l	ANION	meq/l	mg/l
1. SODIUM, Na+	503.54	11576.30	1. CHLORIDE, Cl-	495.56	17569.00
2. CALCIUM, Ca++	4.29	86.00	2. BICARBONATE, HCO3-	28.32	1728.00
3. MAGNESIUM, Mg++	8.51	103.50	3. SULFATE, SO4=	14.32	688.00
4. BARIUM, Ba++	0.00	0.00	4. CARBONATE, CO3=	0.42	12.70
5. AMMONIUM, NH4+	0.04	0.70	5. HYDROXIDE, OH-	0.00	0.00
6. POTASSIUM, K+	0.03	1.30	6. NITRATE, NO3-	0.03	2.10
TOTAL CATION =	516.41	11767.80	TOTAL ANION =	538.66	19999.80
Total IRON, Fe+++	6.50	121.00			

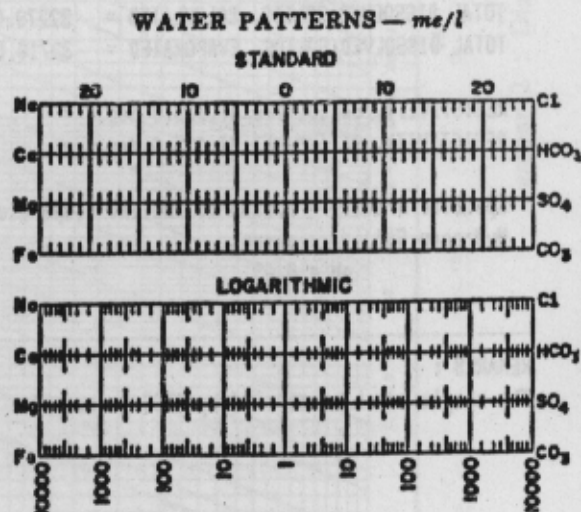
TOTAL DISSOLVED SOLIDS, CALCULATED = 31767.60 mg/l
 TOTAL DISSOLVED SOLIDS, EVAPORATED = 33710.00 mg/l

RESISTIVITY, CALCULATED AT 77.0 deg.F = 0.213 ohm.meter
 RESISTIVITY, DETERMINED AT 77.0 deg.F = 0.197 ohm.meter

Specific Gravity = 1.0299 at 60/60 F
 Hydrogen Sulfide = absent
 pH = 8.03

REMARKS :
 The sample was sampled by LEMIGAS personnel.

For attention of Mr. J. N.



LABORATORY MANAGER

Gambar 4 : Contoh Pemakaian Program Konsentrasi NaCl tidak dihitung.

Tabel 1 :
DATA MASUKAN

No.:	Data Masukan:	Keterangan:
Monor dan tanggal laporan :		
1	1. REPORT NO. : ?	maksimal 21 karakter alfanerik.
2	2. REPORTING DATE : ?	iden
Identitas contoh :		
3	3. DATE RECEIVED : ?	iden
4	4. DATE ANALYZED : ?	iden
5	5. DATE SAMPLED : ?	iden
6	6. COMPANY : ?	iden
7	7. WELL NAME : ?	iden
8	8. SAMPLE NO. : ?	iden
9	9. FORMATION : ?	iden
10	10. DEPTH : ?	iden
11	11. SAMPLED FROM : ?	iden
12	12. LOCATION : ?	iden
13	13. FIELD : ?	iden
14	14. COUNTY : ?	iden
15	15. STATE : ?	iden
16	16. ENGINEER : ?	iden
Hasil pemeriksaan :		
17	17. SPECIFIC GRAVITY : ?	maksimal 35 karakter alfanerik.
18	18. H ₂ S : ?	iden
19	19. pH : ?	iden
20	20. TOTAL DISSOLVED SOLIDS, EVAPORATED : ?	mg/l, numerik.
21	21. RESISTIVITY, DETERMINED : ?	ohm-meter, numerik.
Suhu pengukuran dan perhitungan :		
22	22. TEMPERATURE FOR RESISTIVITY DETERMINATION : ?	derajat Fahrenheit, numerik.
23	23. TEMPERATURE FOR RESISTIVITY CALCULATION : ?	derajat Fahrenheit, numerik.

Tabel 1 :
DATA MASUKAN
(lanjutan)

No.:	Data Masukan :	Keterangan :
Beberapa kalimat sebagai catatan :		
24	24. REMARKS OR NOTES : ?	6 baris, masing-masing maksimal 60 karakter alfanumerik. Karakter 'koma' tidak boleh dipakai.
Tentang data konsentrasi ion natrium :		
25	Na ⁺ calculated ? (Y / N) ?	Bila konsentrasi Na ⁺ harus dihitung, jawaban Y; dan bila tidak, jawaban N.
Hasil analisa kimia :		
26	25. SODIUM : ?	ng/l natrium, numerik; hanya ditanyakan jika jawaban pada pertanyaan no. 25 adalah Y.
27	26. CALCIUM : ?	ng/l kalsium, numerik.
28	27. MAGNESIUM : ?	ng/l magnesium, numerik.
29	28. BARIUM : ?	ng/l barium, numerik.
30	29. AMMONIUM : ?	ng/l amonium, numerik.
31	30. POTASSIUM : ?	ng/l kalium, numerik.
32	31. Total IRON : ?	ng/l total besi, numerik.
33	32. CHLORIDE : ?	ng/l klorida, numerik.
34	33. BICARBONATE : ?	ng/l bikarbonat, numerik.
35	34. SULFATE : ?	ng/l sulfat, numerik.
36	35. CARBONATE : ?	ng/l karbonat, numerik.
37	36. HYDROXIDE : ?	ng/l hidroksida, numerik.
38	37. NITRATE : ?	ng/l nitrat, numerik.
Koreksi data masukan :		
39	NEED CORRECTION OF INPUT DATA ? (Y / N) : ?	Bila ada data masukan yang perlu dikoreksi, jawablah Y. Bila tidak ada, jawab N.
40	WHICH ONE ? (CODE NUMBER) : ?	Pertanyaan ini hanya muncul bila jawaban pertanyaan no. 39 di atas adalah Y. Berikan nomor kode data masukan yang dimaksud !

Tabel 2 :
**PROGRAM KOMPUTER PELAPORAN
 HASIL ANALISA AIR LAPANGAN.**

```

200 REM ***** API WATER ANALYSIS REPORT *****
210 REM ***** "WATER11" *****
220 TEXT: HOME
230 FOR I= 1 TO 6: PRINT **: NEXT I
240 PRINT " ALL STRING INPUT DATA"
250 PRINT " NOT MORE THAN 21 CHARACTERS !!! "
260 SW= 0
270 FOR I= 1 TO 6: PRINT **: NEXT I
280 INPUT " 1. REPORT NO. : "; NO$ : IF SW= 1 THEN GOTO 870
290 INPUT " 2. REPORTING DATE : "; DREP$: IF SW= 1 THEN GOTO 870
300 INPUT " 3. DATE RECEIVED : "; DRECE$: IF SW= 1 THEN GOTO 870
310 INPUT " 4. DATE ANALYZED : "; DANAL$: IF SW= 1 THEN GOTO 870
320 INPUT " 5. DATE SAMPLED : "; DSAMP$: IF SW= 1 THEN GOTO 870
330 PRINT **: PRINT **
340 PRINT "SAMPLE IDENTITY"
350 INPUT " 6. COMPANY : "; COMP$ : IF SW= 1 THEN GOTO 870
360 INPUT " 7. WELL NAME : "; WELL$ : IF SW= 1 THEN GOTO 870
370 INPUT " 8. SAMPLE NO. : "; SAMPND$: IF SW= 1 THEN GOTO 870
380 INPUT " 9. FORMATION : "; FORMAS$: IF SW= 1 THEN GOTO 870
390 INPUT "10. DEPTH : "; DEPTH$: IF SW= 1 THEN GOTO 870
400 INPUT "11. SAMPLED FROM : "; FROM$: IF SW= 1 THEN GOTO 870
410 INPUT "12. LOCATION : "; LOCA$ : IF SW= 1 THEN GOTO 870
420 INPUT "13. FIELD : "; FILD$: IF SW= 1 THEN GOTO 870
430 INPUT "14. COUNTY : "; COUNT$: IF SW= 1 THEN GOTO 870
440 INPUT "15. STATE : "; STATE$: IF SW= 1 THEN GOTO 870
450 INPUT "16. ENGINEER : "; ENG$ : IF SW= 1 THEN GOTO 870
460 PRINT **: PRINT **
470 PRINT "ANALYSIS RESULT DATA"
480 INPUT "17. SPECIFIC GRAVITY = "; S6$ : IF SW= 1 THEN GOTO 870
490 INPUT "18. H2S = "; H2S$: IF SW= 1 THEN GOTO 870
500 INPUT "19. pH = "; PH$ : IF SW= 1 THEN GOTO 870
510 PRINT **: PRINT **
520 INPUT "20. TOTAL DISSOLVED SOLID, EVAPORATED = "; TTDSEV: IF SW=1 THEN GOTO 870
530 PRINT **
540 INPUT "21. RESISTIVITY, DETERMINED = "; RESDET: IF SW=1 THEN GOTO 870
550 PRINT **
560 INPUT "22. TEMPERATURE FOR RESISTIVITY DETERMINATION = "; TRDET: IF SW= 1 THEN GOTO 870
570 PRINT **
580 INPUT "23. TEMPERATURE FOR RESISTIVITY CALCULATION = "; TRCAL: IF SW= 1 THEN GOTO 870
590 PRINT **: PRINT **
600 PRINT "24. REMARKS OR NOTES, 6 lines, 60 characters per line !": PRINT **
610 PRINT " 123456789 123456789 123456789 123456789 123456789 123456789*"
620 INPUT " 1. "; NOTE1$: INPUT " 2. "; NOTE2$
630 INPUT " 3. "; NOTE3$: INPUT " 4. "; NOTE4$
640 INPUT " 5. "; NOTE5$: INPUT " 6. "; NOTE6$
650 PRINT **: PRINT **
660 IF SW= 1 THEN GOTO 870
670 INPUT "Nat calculated ? ( Y / N ) "; ANSW$
680 ANSW%= LEFT$(ANSW$,1): IF ANSW%= "y" THEN ANSW%= "y"

```

Tabel 2 :
PROGRAM KOMPUTER PELAPORAN
HASIL ANALISA AIR LAPANGAN.
 (lanjutan)

```

690 IF ANSW% < "Y" THEN GOTO 710
700 NA= 0: GOTO 720
710 INPUT "25.          SODIUM = "; NA: IF SW= 1 THEN GOTO 870
720 INPUT "26.          CALCIUM = "; CA: IF SW= 1 THEN GOTO 870
730 INPUT "27.          MAGNESIUM = "; MG: IF SW= 1 THEN GOTO 870
740 INPUT "28.          BARIUM = "; BA: IF SW= 1 THEN GOTO 870
750 INPUT "29.          AMMONIUM = "; NH4: IF SW= 1 THEN GOTO 870
760 INPUT "30.          POTASSIUM = "; K : IF SW= 1 THEN GOTO 870
770 INPUT "31.          Total IRON = "; FE: IF SW= 1 THEN GOTO 870
780 PRINT ""
790 INPUT "32.          CHLORIDE = "; CL: IF SW= 1 THEN GOTO 870
800 INPUT "33.          BICARBONATE = "; HCO3: IF SW= 1 THEN GOTO 870
810 INPUT "34.          SULFATE = "; SO4: IF SW= 1 THEN GOTO 870
820 INPUT "35.          CARBONATE = "; CO3: IF SW= 1 THEN GOTO 870
830 INPUT "36.          HYDROXIDE = "; OH: IF SW= 1 THEN GOTO 870
840 INPUT "37.          NITRATE = "; NO3: IF SW= 1 THEN GOTO 870
850 REM =====
860 TEXT: HOME: SW= 1: PRINT ""
870 PRINT "": INPUT "NEED CORRECTION OF INPUT DATA ? ( Y / N ) : "; JC%
880 JC%= LEFT$(JC%,1): IF JC%= "y" THEN JC%= "Y"
890 IF JC% < "Y" THEN GOTO 960
900 PRINT: INPUT "WHICH ONE ? ( CODE NUMBER ) : "; NM
910 IF NM < 1 THEN GOTO 900: IF NM > 37 THEN GOTO 900
920 ON NM GOTO 280,290,300,310,320,350,360,370,380,390,400,410
930 ON NM-12 GOTO 420,430,440,450,480,490,500,520,540,560,580
940 ON NM-23 GOTO 600
950 ON NM-24 GOTO 710,720,730,740,750,760,770,790,800,810,820,830,840
960 REM ION CONCENTRATION, meq/l
970 NAEQ= NA/22.99: CAEQ= CA/40.08*2: MGEQ= MG/24.31*2
980 FEEQ= FE/55.847*3: BAEQ= BA/137.34*2: NH4EQ=NH4/18.039
990 KEQ= K/39.102
1000 CLEQ=CL/35.453: HCO3EQ= HCO3/61.017: SO4EQ=SO4/96.062*2
1010 CO3EQ= CO3/60.009*2: OHEQ= OH/17.007: NO3EQ= NO3/62.005
1020 REM TOTAL mg/l, KATION (TTY) and ANION (TTX)
1030 TTY= NA+CA+MG+BA+NH4+K
1040 TTX= CL+HCO3+SO4+CO3+OH+NO3
1050 REM TOTAL meq/l, KATION (TTY) and ANION (TTX)
1060 TTY= NAEQ+CAEQ+MGEQ+BAEQ+NH4EQ+KEQ
1070 TTX= CLEQ+HCO3EQ+SO4EQ+CO3EQ+OHEQ+NO3EQ
1080 IF ANSW% < "Y" THEN GOTO 1110
1090 NAEQ= TTX - TTY: NA= NAEQ*22.99
1100 TTY= TTY+NA: TTY= TTY+NAEQ
1110 TDSC= TTX+TTY
1120 REM IONIC STRENGTH and CO2 CONTENT/ PRESSURE
1130 IONSTRE= NAEQ+CAEQ*2+MGEQ*2+BAEQ*2+NH4+KEQ
1140 IONSTRE= IONSTRE+CLEQ+HCO3EQ+SO4EQ*2+CO3EQ*2+OHEQ+NO3EQ
1150 IONSTRE= IONSTRE/2
1160 KR#= 3*(HCO3EQ^2+CAEQ)^.5
    
```


Tabel 2 :
**PROGRAM KOMPUTER PELAPORAN
 HASIL ANALISA AIR LAPANGAN.**

(lanjutan)



```

1170 REM TOTAL NaCl EQUIVALENT CONCENTRATION (mg/l)
1180 TENA= NA*1!+CA*.95+MG*2!+CL*1!
1190 TENA= TENA + HCO3*.27+S04*.5+CO3*1.26
1200 REM RESISTIVITY CALCULATION (ohm.meter)
1210 VVB= .43429*LOG(TENA)
1220 V#= 34.85542378-7.779706*VVB+.8284938000000001*VVB^2
1230 V#= V# -.209773*VVB^3+ .0202633*VVB^4
1240 U#=#.43429*LOG(TRCAL)
1250 U#=#59.167872500000018-85.5577102*U#*U#+72.691802800000001*U#*U#^2
1260 U#=#U#-29.6997167*U#*U#^3+4.2432669*U#*U#^4
1270 Z#=#.426*(U#-4.32)+V#-13.094
1280 Z#=#Z#/6.547
1290 IF (Z#+2) => 0 THEN GOTO 1330
1300 TANDA#=# " < "
1310 RCAL=#.01
1320 GOTO 1390
1330 IF (Z#-2.69897) <= 0 THEN GOTO 1370
1340 TANDA#=# " > "
1350 RCAL=#500
1360 GOTO 1390
1370 TANDA#=# " "
1380 RCAL=#10^Z#+.0005
1390 REM CONTINUATION
1400 REM *****
1410 TEXT: HOME
1420 GOSUB 2130
1430 LPRINT "      LEMIGAS-----LEMIGAS": GOSUB 2160
1440 LPRINT ""
1450 GOSUB 2270
1460 LPRINT "      LABORATORY REPORT"
1470 LPRINT "      API WATER ANALYSIS"
1480 GOSUB 2300
1490 GOSUB 2080
1500 LPRINT "
-----"
1510 LPRINT "      No. : "; GOSUB 2320; LPRINT USING "\
"; NO#: GOSUB 2350
1520 LPRINT "      Date : "; GOSUB 2320; LPRINT USING "\
"; DREP#: GOSUB 2350
1530 LPRINT ""
1540 LPRINT "      This report relates only to the sample tested and may not be used for advertising purpose."
1550 LPRINT "      All analysis except iron determination, were performed on filtered sample."
1560 LPRINT "
-----"
1570 LPRINT "      Date Received :      Date Analyzed :      Date Sampled :"
```

Tabel 2 :
PROGRAM KOMPUTER PELAPORAN
HASIL ANALISA AIR LAPANGAN.
 (lanjutan)

```

1580 LPRINT *
1590 LPRINT *
1600 LPRINT *
RINT **
1610 LPRINT *
1620 LPRINT *
NT **
1630 LPRINT *
1640 LPRINT *
1650 LPRINT *
1660 IF ANSH$ = "V" THEN GOTO 1670 ELSE GOTO 1680
1670 LPRINT *
  1. SODIUM, Na+ "SODIUM, Na+ (calc.)"; GOSUB 2320: LPRINT USING "#####.## "; MAEQ,NA; GOSUB 2350: LPRINT *
  1. CHLORIDE, Cl- "CHLORIDE, Cl-"; GOSUB 2320: LPRINT USING "#####.## "; CLEQ,CL: GOSUB 2350: GOTO 1690
1680 LPRINT *
  1. SODIUM, Na+ "SODIUM, Na+"; GOSUB 2320: LPRINT USING "#####.## "; MAEQ,NA; GOSUB 2350: LPRINT *
  1. CHLORIDE, Cl- "CHLORIDE, Cl-"; GOSUB 2320: LPRINT USING "#####.## "; CLEQ,CL: GOSUB 2350
1690 LPRINT *
  2. CALCIUM, Ca++ "CALCIUM, Ca++"; GOSUB 2320: LPRINT USING "#####.## "; CAEQ,CA; GOSUB 2350: LPRINT *
  2. BICARBONATE, HCO3- "BICARBONATE, HCO3-"; GOSUB 2320: LPRINT USING "#####.## "; HCO3EQ,HCO3: GOSUB 2350
1700 LPRINT *
  3. MAGNESIUM, Mg++ "MAGNESIUM, Mg++"; GOSUB 2320: LPRINT USING "#####.## "; MGEQ,MG; GOSUB 2350: LPRINT *
  3. SULFATE, SO4= "SULFATE, SO4="; GOSUB 2320: LPRINT USING "#####.## "; SO4EQ,SO4: GOSUB 2350
1710 LPRINT *
  4. BARIUM, Ba++ "BARIUM, Ba++"; GOSUB 2320: LPRINT USING "#####.## "; BAEQ,BA; GOSUB 2350: LPRINT *
  4. CARBONATE, CO3= "CARBONATE, CO3="; GOSUB 2320: LPRINT USING "#####.## "; CO3EQ,CO3: GOSUB 2350
1720 LPRINT *
  5. AMMONIUM, NH4+ "AMMONIUM, NH4+"; GOSUB 2320: LPRINT USING "#####.## "; NH4EQ,NH4; GOSUB 2350: LPRINT *
  5. HYDROXIDE, OH- "HYDROXIDE, OH-"; GOSUB 2320: LPRINT USING "#####.## "; OHEQ,OH: GOSUB 2350
1730 LPRINT *
  6. NITRATE, NO3- "NITRATE, NO3-"; GOSUB 2320: LPRINT USING "#####.## "; NO3EQ,NO3: GOSUB 2350
1740 PRINT **
1750 LPRINT *
TOTAL CATION = "; GOSUB 2320: LPRINT USING "#####.## "; TTTY,TTY; GOSUB 2350: LPRINT *

```

Tabel 2 :

PROGRAM KOMPUTER PELAPORAN
HASIL ANALISA AIR LAPANGAN.

(lanjutan)

```

1760 LPRINT " "; GOSUB 2320: LPRINT USING "#####.## " ; TTX, TTY; GOSUB 2350
1770 LPRINT " "
1780 LPRINT " "
1790 GOSUB 2320: LPRINT USING "#####.## " ; TTSC; GOSUB 2350: LPRINT "mg/l"
1800 LPRINT " "
1810 GOSUB 2320: LPRINT USING "#####.## " ; TTSEV; GOSUB 2350: LPRINT "mg/l"
1820 LPRINT " "
1830 LPRINT " "
1840 LPRINT "deg.F = " ; GOSUB 2320: LPRINT TANDA$; LPRINT USING "###.## " ; TRCAL; GOSUB 2350
1850 IF RESDET < IE-09 THEN GOTO 1890 ELSE GOTO 1860
1860 LPRINT " "
1870 LPRINT "deg.F = " ; GOSUB 2320: LPRINT TANDA$; LPRINT USING "###.## " ; TRDET; GOSUB 2350
1880 GOTO 1910
1890 LPRINT " "
1900 LPRINT "deg.F = " ; LPRINT " " ; LPRINT "ohm.meter"
1910 LPRINT " "
1920 LPRINT " "
1930 LPRINT " "
1940 LPRINT " "
1950 LPRINT " "; LPRINT " "
1960 LPRINT " "
1970 GOSUB 2320
1980 LPRINT " "
1990 LPRINT " "
2000 LPRINT " "
2010 GOSUB 2350
2020 LPRINT " "
TOTAL ANION = " ; GOSUB 2320: LPRINT USING "#####.## " ; TTX, TTY; GOSUB 2350
Total IRON, Fe+++ " ; GOSUB 2320: LPRINT USING "#####.## " ; FEED, FE; GOSUB 2350

TOTAL DISSOLVED SOLIDS, CALCULATED = " ;
#####.## " ; TTSC; GOSUB 2350: LPRINT "mg/l"
TOTAL DISSOLVED SOLIDS, EVAPORATED = " ;
#####.## " ; TTSEV; GOSUB 2350: LPRINT "mg/l"

RESISTIVITY, CALCULATED AT " ; GOSUB 2320: LPRINT USING "###.## " ; TRCAL; GOSUB 2350
RESISTIVITY, DETERMINED AT " ; GOSUB 2320: LPRINT USING "###.## " ; TRDET; GOSUB 2350
RESISTIVITY, DETERMINED AT " ; LPRINT " " ; LPRINT "ohm.meter"

Specific Gravity = " ; GOSUB 2320: LPRINT S6$; GOSUB 2350
Hydrogen Sulfide = " ; GOSUB 2320: LPRINT H2S$; GOSUB 2350
pH = " ; GOSUB 2320: LPRINT PH$; GOSUB 2350

REMARKS : "
"; NOTE1$; LPRINT " "
"; NOTE3$; LPRINT " "
"; NOTE5$; LPRINT " "
"; NOTE2$
"; NOTE4$
"; NOTE6$

```


Tabel 2 :
**PROGRAM KOMPUTER PELAPORAN
 HASIL ANALISA AIR LAPANGAN.**
 (lanjutan)

LABORATORY MANAGER"

```

2030 LPRINT *
2040 GOSUB 2110
2050 STOP
2060 END
2070 REM *****
2080 REM ..... COMPRESSED
2090 LPRINT CHR$(15);
2100 RETURN
2110 LPRINT CHR$(18);
2120 RETURN
2130 REM ..... DOUBLE WIDTH
2140 LPRINT CHR$(27)+"W"+CHR$(1);
2150 RETURN
2160 LPRINT CHR$(27)+"W"+CHR$(0);
2170 RETURN
2180 REM ..... PICA PITCH, 10 (STANDARD)
2190 LPRINT CHR$(27)+"P";
2200 RETURN
2210 RETURN
2220 REM ..... ITALIC
2230 LPRINT CHR$(27)+"4";
2240 RETURN
2250 LPRINT CHR$(27)+"5";
2260 RETURN
2270 REM ..... EMPHASIS
2280 LPRINT CHR$(27)+"E";
2290 RETURN
  
```

```

2300 LPRINT CHR$(27)+"F";
2310 RETURN
2320 REM ..... 2-PASS MODE
2330 LPRINT CHR$(27)+"6";
2340 RETURN
2350 LPRINT CHR$(27)+"H";
2360 RETURN
2370 RETURN
  
```

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Mulyono, S., "COMPUTER PROGRAM, WATER ANALYSIS". Laporan Riset No. LR-139/74 (1974), LEMIGAS, Jakarta.

"API Recommended Practice for Analysis of Oil-Field Waters". American Petroleum Institute, API RP 45, Nov. 1968.