

## PENYELIDIKAN STRUKTUR DAN KARAKTERISTIK TANAH UNTUK DESAIN PONDASI IRADIATOR GAMMA KAPASITAS 2 MCI

Kukuh Prayogo<sup>1</sup>, Hasriyasti Saptowati<sup>2</sup>,  
Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir (PRFN) – BATAN  
Email : kukuh\_p@batan.go.id

### ABSTRAK

*PENYELIDIKAN STRUKTUR DAN KARAKTERISTIK TANAH UNTUK DESAIN PONDASI IRADIATOR GAMMA KAPASITAS 2 MCI. Penyelidikan tanah telah dilakukan sebelum pekerjaan disain struktur pondasi gedung iradiator. Pengambilan sample ditetapkan di beberapa titik bor di site fasilitas Iradiator pada lapisan tanah terganggu maupun tidak terganggu. Dari hasil penyelidikan tanah ini akan dipilih alternatif / jenis, kedalaman serta dimensi pondasi yang paling ekonomis tetapi masih aman. Metode penyelidikan tanah yang digunakan adalah Deep Boring, Undisturbed dan Disturbed Sampling, SPT (Standar Penetration Test), CPT (Cone Penetration Test/Sondir). Pengetesan dilakukan di lapangan dan di laboratorium mekanika tanah untuk mengetahui sifat mekanik, ketebalan lapisan tanah dan sifat-sifat fisis lainnya guna perhitungan daya dukung pondasi. Hasil penyelidikan tanah di tiga titik bor didapatkan hasil rata-rata kedalaman tanah keras -19,33 m dan daya lekat 3163,88 kg/cm'. Uji boring pada salah satu titik ditemukan lapisan tanah keras pada kedalaman 32 m dengan nilai SPT maksimal 16. Maka dari data dapat ditentukan jenis pondasi yang sesuai adalah bored pile. Dikarenakan pondasi merupakan penopang struktur atas yang dapat mengakibatkan penurunan/ settlement jika daya dukungnya tidak mampu menahan beban di atasnya.*

*Kata kunci : penyelidikan tanah, pondasi, lapisan tanah, bored pile, struktur.*

### ABSTRACT

*INVESTIGATION OF STRUCTURE AND CHARACTERISTICS OF SOIL FOR FOUNDATION DESIGN OF GAMMA IRRADIATORS CAPACITY 2 MCI. Soil investigation conducted before the work of irradiator building structural foundation design is initiated. Intake of sample was set at some point drill at Iradiator facility site to the disturbed soil layer or not disturbed. From the results of this soil investigation will be selected as alternative / types, the depth and dimensions of the foundation of the most economical but still safe. Soil investigation method used was Deep Boring, undisturbed and disturbed sampling, SPT ( Standard Penetration Test ), CPT ( Cone Penetration Test / Sondir ). Testing conducted in the field and in the laboratory of soil mechanics to determine the mechanical properties, soil layer thickness and other physical properties for calculation of the bearing capacity of the foundation. The results of the soil investigation at the three-point drill showed the average depth of the bedrock -19.33 m and adhesion 3163.88 kg / cm'. Test boring at point BH1 found the bedrock at a depth of 32 m with a maximum SPT value 16. from the data can be determined the appropriate type of foundation is bored pile. The foundation is the upper structure support which can lead to a reduction / settlement if its bearing capacity is not able to withstand the load on it.*

*Keywords : soil investigation, foundation, soil layers, bored pile, structure*

### 1. PENDAHULUAN

Untuk mendayagunakan kawasan Puspipetek Serpong sebagai percontohan (*pilot plant*) pemanfaatan hasil penelitian dan pengembangan iptek yang langsung dirasakan oleh masyarakat melalui peningkatan nilai tambah produk perikanan, pertanian dan pangan Indonesia maka perlu dibangun Gedung Iradiator untuk pengawetan bahan pangan.

Gedung Iradiator tersebut akan dibangun di kawasan PUSPIPTEK Serpong yang akan dilaksanakan oleh Kontraktor pemenang lelang.

Salah satu aspek sipil yang sangat penting dalam perencanaan Gedung Iradiator adalah kekuatan struktur dan jenis pondasi. Perhitungan kekuatan struktur pondasi salah

satunya ditentukan oleh daya dukung tanah. Dengan mengetahui kondisi daya dukung tanah kita bisa merencanakan suatu struktur yang kokoh dan tahan gempa. Untuk mengetahui kondisi daya dukung tanah maka sebelumnya perlu dilakukan penyelidikan tanah yang akan dibahas pada makalah ini.

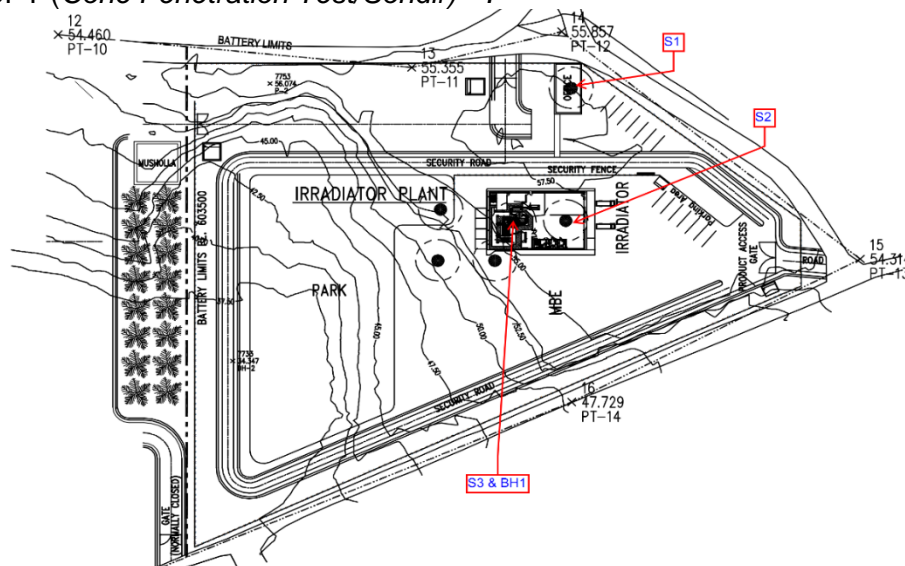
Penyelidikan tanah dilakukan antara lain untuk mengetahui jenis pondasi yang akan digunakan pada konstruksi bangunan. Selain itu dari hasil penyelidikan tanah juga dapat ditentukan perlakuan terhadap tanah agar daya dukung dapat mendukung konstruksi yang akan dibangun. Dari hasil penyelidikan tanah ini akan dipilih alternatif jenis, kedalaman serta dimensi pondasi yang paling ekonomis tetapi masih aman (jadi penyelidikan tanah sangat penting dan mutlak dilakukan sebelum struktur itu mulai dikerjakan) [1].

Penyelidikan struktur dan karakteristik untuk desain ini merupakan salah satu tes yang harus dilakukan agar perencanaan Gedung Iradiator dapat dilaksanakan dengan sempurna dan dapat dibangun dengan konstruksi pondasi yang cukup kokoh serta terpenuhi fungsi dan tujuannya yaitu pertama mempercepat pembangunan industri pertanian dan industri pangan sehingga dapat meningkatkan pendapatan masyarakat. Diantaranya juga untuk meningkatkan kemandirian dalam rancang bangun fasilitas iradiator gamma dan penelitian pengembangan pemanfaatan serta efisiensi produk iradiator gamma untuk iradiasi berbagai produk seperti bahan pertanian, perikanan, pangan, rempah-rempah, alat-alat kesehatan maupun biji plastic [2].

## 2. METODOLOGI

Ada beberapa macam penyelidikan tanah yang dilakukan dilapangan yaitu menggunakan metode *Sondir*, Uji *Boring*, Uji Penetrasi Standar dan lain-lain. Dari sampel tanah yang diambil dilapangan untuk mengetahui sifat-sifat dan karakteristik tanah maka dilakukan uji laboratorium, *compaction test*. Pengetesan *boring* atau *soil test* untuk mengetahui daya dukung dan karakteristik tanah serta kondisi geologi, seperti mengetahui susunan lapisan tanah/sifat tanah, mengetahui kekuatan lapisan tanah, kepadatan dan daya dukung tanah serta mengetahui sifat korosivitas tanah [3].

Metode pelaksanaan yang digunakan dalam penyelidikan di tapak iradiator ini adalah : *Deep Boring* yang mencakup *Disturbed*, *Undisturbed Sampling*, *SPT(Standar Penetration Test)*, dan *CPT (Cone Penetration Test/Sondir)* [4].



Gambar 1. Layout pengambilan *sample*

Contoh tanah adalah suatu volume massa tanah yang diambil dari suatu bagian tubuh tanah (horison/lapisan/solum) dengan cara-cara tertentu disesuaikan dengan sifat sifat yang akan diteliti secara lebih detail di laboratorium. Pengambilan contoh tanah dapat

dilakukan dengan dua teknik dasar yaitu pengambilan contoh tanah secara utuh dan pengambilan contoh tanah secara tidak utuh. Pengambilan contoh tanah disesuaikan dengan sifat-sifat yang akan diteliti.

Untuk penetapan sifat-sifat fisika tanah ada tiga macam pengambilan contoh tanah yaitu : 1. Contoh tanah tidak terusik (*undisturbed soil sample*) yang diperlukan untuk analisis penetapan berat isi atau berat volume (*bulk density*), agihan ukuran pori (*pore size distribution*) dan untuk permeabilitas (konduktivitas jenuh), 2. Contoh tanah dalam keadaan agregat tak terusik (*undisturbed soil aggregate*) yang diperlukan untuk penetapan ukuran agregat dan derajat kemantapan agregat (*aggregate stability*), 3. Contoh tanah terusik (*disturbed soil sample*), yang diperlukan untuk penetapan kadar lengas, tekstur, tetapan Atterberg, kenaikan kapiler, sudut singgung, kadar lengas kritis, Indeks patahan (*Modulus of Rupture: MOR*), konduktivitas hidroulik tak jenuh, luas permukaan (*specific surface*), erodibilitas (sifat ketererosian) tanah menggunakan hujan tiruan (*rainfall simulator*) Untuk penetapan sifat kimia tanah misalnya kandungan hara (N, P, K, dll), kapasitas tukar kation (KPK), kejenuhan basa, dll digunakan pengambilan contoh tanah terusik <sup>[5]</sup>.

## 2.1 Metode Tes *Deep Boring*

Tes *Deep Boring* adalah pekerjaan pengambilan *sample* tanah asli untuk mengetahui kondisi tanah per-layer dan jika dimungkinkan sampai ke tanah keras. Dalam *boring* ini sekaligus dilakukan dengan tes *Undisturbed* dan *Disturbed Sampling* serta SPT (*standard penetration test*) disetiap interval 2 m. Hal ini mengacu sesuai dengan prosedur ASTM D.1586, dengan berat *hammer* adalah 63,5 kg dan tinggi jatuh bebas *hammer* adalah 76 cm. Biasanya untuk pelaksanaan tes digunakan *Hammer Otomatis* <sup>[6]</sup>.

Contoh tanah yang diperoleh dari tabung SPT, dimasukkan dalam kantong plastik dan diberi label nama sesuai dengan nilai/jumlah pukulan, kedalaman dan nomor bornya. Contoh tanah yang diperoleh dari SPT tersebut bisa digunakan untuk *visual description* maupun uji laboratorium bila diperlukan.

Tahapan pelaksanaan *deep boring* yaitu : melakukan pengumpulan data lapangan yang akan digunakan sebagai area pembangunan gedung, menentukan satu titik untuk *test boring*, memasang peralatan pada titik tersebut, pengeboran dilakukan terus menerus dengan cara *rotary core drilling*. Pengeboran ini dilaksanakan dengan sistem *Rotary Drilling*, tabung inti (*Core Barrel*) yang digunakan adalah *Single Core Barrel* Ø 73 mm, panjang 1,5 m.

### 2.1.1 Metode Tes *Undisturbed* dan *Disturbed Sampling*

Tanah tak terganggu (*undisturbed soil sample*) adalah tanah yang terletak dibawah permukaan tanah yang memiliki struktur berbeda dari tanah terganggu (*disturbed soil sample*) karena tanah tersebut masih belum terganggu oleh faktor luar. Sedangkan tanah terganggu merupakan tanah yang memiliki distribusi ukuran partikel sama dengan seperti di tempat asalnya, tetapi strukturnya telah cukup rusak atau hancur seluruhnya.

Tujuan pengambilan sampel tanah utuh diperlukan untuk berbagai analisa sifat fisik tanah seperti penentuan bobot isi tanah (*bul density*), ruang pori total (porositas) tanah, permeabilitas, penentuan pH, penentuan distribusi pori, kandungan atau kadar air yang tersedia bagi tanaman dll. Sedangkan tujuan pengambilan sampel tanah terganggu untuk kepentingan analisa kimia dan kestabilan agregat (*agregat stability*)

Pengambilan contoh tanah asli dan contoh tanah terganggu dilaksanakan pada setiap interval 0,5 m atau pada setiap perubahan tanah. Pengambilan contoh tanah ini dimaksudkan untuk penentuan jenis dari tanah dan hasilnya akan di sajikan didalam *boring log*, setelah *boring log* selesai selanjutnya dilakukan pengamatan muka air tanah didalam lubang bor setelah dilakukan pemboran selesai, kapasitas *boring* ini maksimal sampai 6 m, yaitu dengan pelaksanaan sebagai berikut: menentukan satu titik untuk *test boring*, memasang peralatan pada titik tersebut, pengambilan *sample* dilakukan menggunakan tabung yang ditutup dengan parafin pada kedua ujungnya, dan dimasukkan ke dalam

plastik, setiap plastik diberi keterangan sample untuk dibawa ke laboratorium, semua *sample* harus dihindari dari benturan dan sinar matahari.

**2.1.2 Metode Standard Penetration Test (SPT)**

Uji penetrasi standar (SPT) adalah tes penetrasi dinamis in-situ yang dirancang untuk memberikan informasi tentang sifat-sifat geoteknik tanah

Standart Penetration Test (SPT) dilakukan untuk mengestimasi nilai kerapatan relatif dari lapisan tanah yang diuji. Untuk melakukan pengujian SPT dibutuhkan sebuah alat utama yang disebut *Standard Split Barrel Sampler* atau tabung belah standar. Alat ini dimasukkan ke dalam *Bore Hole* setelah dibor terlebih dahulu dengan alat bor. Alat ini diturunkan bersama-sama pipa bor dan diturunkan hingga ujungnya menumpu ke tanah dasar. Setelah menumpu alat ini kemudian dipukul (dengan alat pemukul yang beratnya 63,5 kg) dari atas. Pada pemukulan pertama alat ini dipukul hingga sedalam 15,24 cm. Kemudian dilanjutkan dengan pemukulan tahap kedua sedalam 30,48 cm. Pada pukulan kedua inilah muncul nilai "N" yang merupakan manifestasi jumlah pukulan yang dibutuhkan untuk membuat tabung belah standar mencapai kedalaman 30,48 cm.

Menurut teori Terzaghi dan Peck, hubungan nilai N dengan kerapatan relatif adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hubungan nilai N dengan kerapatan relatif

Nilai N	Kerapatan Relatif (Dr)
< 4	Sangat Tidak Padat
4-10	Tidak Padat
10-30	Kepadatan Sedang
30-50	Padat
>50	Sangat Padat

Nilai N rata-rata ditentukan dengan rumus:

$$N = \frac{\sum_{i=1}^m ti}{\sum_{i=1}^m ti/Ni} \dots\dots\dots(1)$$

Standar tentang 'Cara uji penetrasi lapangan dengan SPT' di Indonesia adalah SNI 4153-2008, yang merupakan revisi dari SNI 03-4153-1996), yang mengacu pada ASTM D 1586-84 "*Standard penetration test and split barrel sampling of soils*"

**2.2 Sondir Test**

Penyelidikan tanah dibutuhkan untuk keperluan desain pondasi, salah satu metode pelaksanaan adalah dengan metode *sondir*. Uji ini dilakukan untuk mengetahui elevasi lapisan tanah keras (*Hard Layer*) dan homogenitas tanah dalam arah lateral.

Tujuan *sondir* secara umum adalah untuk mengetahui kekuatan tanah tiap kedalaman dan stratifikasi tanah secara pendekatan. Hasil CPT disajikan dalam bentuk diagram *sondir* yang mencatat nilai tahanan konus dan friksi selubung, kemudian digunakan untuk menghitung daya dukung pondasi yang diletakkan pada tanah tersebut.

Penyondiran ini dilaksanakan hingga mencapai lapisan tanah keras dimana alat ini dilengkapi dengan *Adhesion Jacket Cone type Bagemann* yang dapat mengukur nilai perlawanan konus (*cone resistance*) dan hambatan lekat (*local friction*) secara langsung dilapangan. Pembacaan manometer dilakukan setiap interval 2 m, dimana nilai perlawanan konus telah mencapai 250 kg/cm<sup>2</sup> atau telah mencapai jumlah hambatan lekat 2,5 ton (kapasitas alat).

Hasil penyondiran disajikan dalam bentuk diagram *sondir* yang memperlihatkan hubungan antara kedalaman *sondir* dibawah muka tanah dan besarnya nilai perlawanan konus (qc) serta jumlah hambatan pelekat (tf). Kemudian tahapan pelaksanaan *sondir test* adalah pertama dilakukan pemasangan alat pada titik *sondir* kemudian nilai yang dihasilkan

merupakan nilai konus atau *friction conus* yang dilakukan setiap interval 20 cm kedalaman sampai menunjukkan geser maksimum 250 kg/cm<sup>2</sup> atau sampai kedalaman maksimum alat *sondir* biasanya 30 m. Gunanya *sondir test* untuk mengetahui jenis lapisan tanah.

### 2.3 Uji Tanah Di Lapangan

Pengujian tanah di lapangan terdiri dari beberapa tahapan yaitu: a. Pemboran inti /*core drilling/boring* adalah pekerjaan yang mengambil contoh tanah untuk mengetahui lapisan tanah dan untuk mengambil contoh tanah yang akan di uji di laboratorium. Pekerjaan SPT sekaligus dikerjakan dengan alat ini, b. Uji Conus/*Sondir* adalah Uji untuk mengetahui nilai tahanan konus (qc) terhadap konsistensi tanah, c. Standart Penetrasi Test yaitu Pengujian *boring* dan SPT didasarkan atas ASTM D-1586, hasil dari pengujian ini adalah diskripsi susunan lapisan-lapisan tanah serta nilai SPT yang dinyatakan dalam N pukulan. Nilai SPT diperoleh yaitu pada tabung SPT ditekan atau dipukul sedalam 150 mm pada tanah tak terganggu sambil mencatat banyaknya pukulan yang diperlukan. Pengujian ini dilakukan bersamaan dengan pengambilan contoh tanah dan biasa dilakukan tiap 1,5 m kedalaman atau tiap pergantian jenis tanah.

### 2.4 Uji Tanah Laboratorium

Pengujian ini menggunakan sampel tanah yang telah di ambil pada pekerjaan core drilling yaitu contoh tanah tidak terganggu dan terganggu. Uji laboratorium dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik tanah, Hasil dari uji laboratorium akan di korelasikan dengan hasil uji lapangan sehingga dapat didesain struktur pondasi yang aman dan efisien.

Penelitian di laboratorium dilakukan dengan menggunakan contoh tanah tidak terganggu dan terganggu yang berasal dari *Thin Walled Tube Sampler*. Uji laboratorium yang dilakukan meliputi *Soil Properties* yang meliputi *index properties, shear strength properties* dan *compressibility properties*.

Penelitian dari contoh tanah tidak terganggu dan terganggu dilakukan dengan persyaratan prosedur dari ASTM (*American Standard for Testing Material*), yang meliputi: Penentuan Kadar Air Tanah Asli (wn), Penentuan berat isi tanah (γ), Penentuan berat isi tanah kering (γd), Penentuan berat jenis (*Specific Gravity, Gs*), Penentuan konsistensi Tanah (*Atterberg Limits*), *Sieve Analysis* dan *Hydrometer Analysis (Grained size distribution)*, *Consolidation Test (Oedometer Test)*, *Shear Strength by Triaxial UU Test*.

Daya dukung aksial tekan 1 (satu) pondasi tiang pancang dalam dapat dihitung berdasarkan data dari *sondir* sbb :

$$P_{all} = (qc \times A) / 3 + (tf \times O) / 6 \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- P<sub>all</sub> = Daya dukung aksial tekan
- qc = nilai ujung konus pada kedalaman ujung tiang (max 12 kg/cm<sup>2</sup>)
- A = luas penampang tiang pancang
- tf = Total friction, (Maximum 1200 kg/cm')
- O = keliling dimensi cerucuk (3,14 x D), D = diameter tiang / ukuran tiang

Daya dukung aksial tekan tiang pancang mini (kedalaman -15.00 s/d -23.00 meter) sebagai berikut :

Ukuran tiang 20x20 *square pile* atau *triangle pile* 28x28x28 cm P<sub>all</sub> = 27,50 tonf/tiang

Ukuran tiang 25x25 *square pile* atau *triangle pile* 32x32x32 cm P<sub>all</sub> = 37,50 tonf/tiang

Daya dukung aksial tekan pondasi *bored pile* tunggal, dapat dihitung dengan formula dari *Reese and Wright* sebagai berikut :

$$Q_u = 7 N_b \cdot A_p + 0,32 N A_s \text{ (Tonf)} \quad \text{untuk } N_b < 60 \dots\dots\dots(3)$$

$$Q_u = 400 \cdot A_p + 0,024 (N - 53) + 17,2 A_s \text{ (Tonf)} \quad \text{untuk } N_b > 60 \dots\dots\dots(4)$$

dimana :

$Q_u$  = Daya Dukung Ultimate (tonf)

$N_b$  = Nilai N SPT pada ujung tiang, yang dihitung dari rata-rata  $N_1$

SPT 10 D Diatas dasar pondasi, rata-rata  $N_2$  SPT 4 D dibawah dasar pondasi, D adalah diameter pondasi *Bored Pile* yang dipakai.

$N_b = \frac{1}{2} (N_1 + N_2)$

$A_p$  = Luas penampang Ujung Tiang ( $m^2$ )

$N$  = Nilai N- SPT rata-rata sepanjang tiang

$A_s$  = Luas selimut tiang ( $m^2$ ).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 HASIL

Pengambilan sample dilakukan pada 3 (tiga) titik *sondir* (S1, S2, S3) dan 1 (satu) titik boring (BH1).

##### 3.1.1 CPT / *Sondir* Dilakukan Pada 3 (tiga) Titik Bor

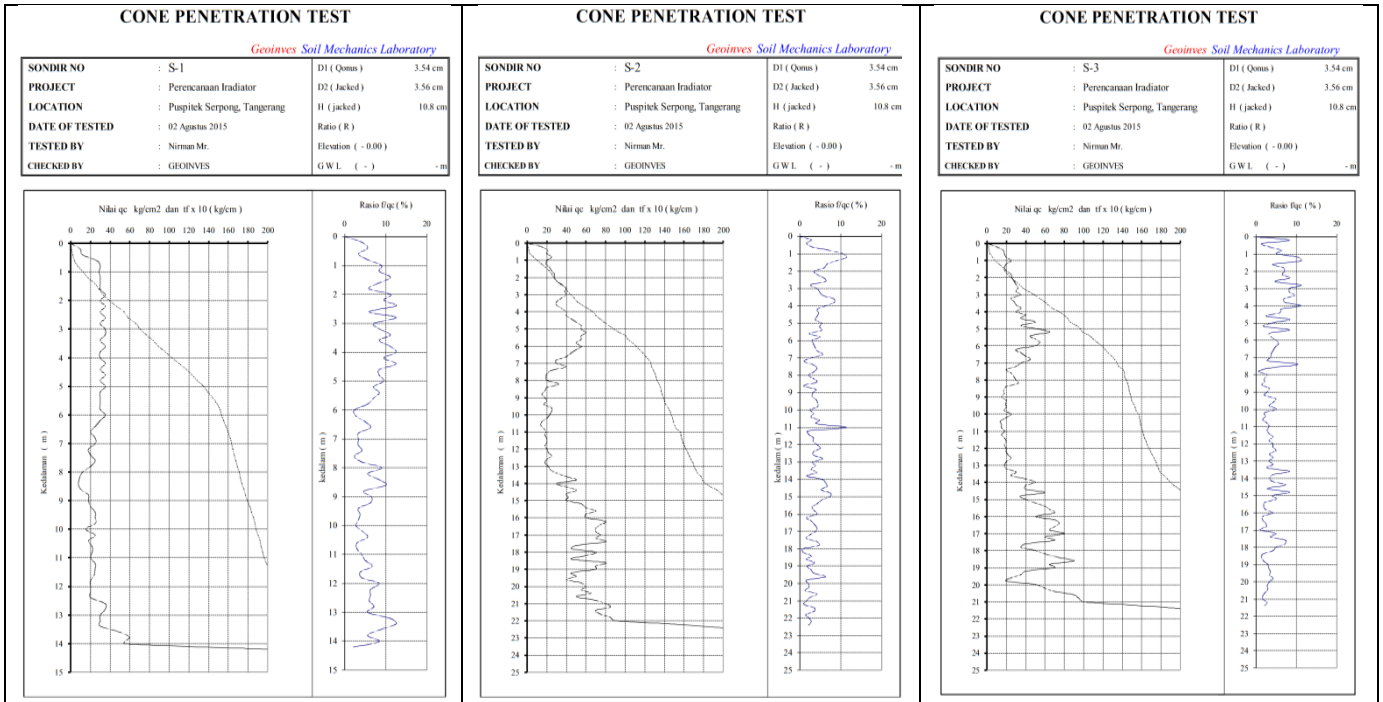
Tabel 2. Hasil *Sondir*

Titik	Kedalaman (m) $q_c > 100 \text{ kg/cm}^2$	Tahanan Lekat (tf) ( $\text{kg/cm}^2$ )	Muka Air Tanah (m)
S1	-14.20	2733.33	--
S2	-22.40	3435.00	--
S3	-21.40	3323.33	--

Pada titik bor S1 di dapat tanah keras pada kedalaman 14,2 m, titik bor S2 di dapat tanah keras pada kedalaman 22,4 m, titik bor di dapat tanah kedalaman 21,4 m. titik bor S3 di dapat tanah keras pada kedalaman 21,4 m.

Dari grafik CPT di gambar 2 terlihat bahwa pada titik bor S1, dicapai nilai perlawanan konus  $q_c > 100$  (tanah keras) pada kedalaman 14 m. pada titik bor S2, dicapai nilai  $q_c > 100$  (tanah keras) pada kedalaman 22 m. pada titik bor S3, dicapai nilai  $q_c > 100$  (tanah keras) pada kedalaman 21 m. Data dari grafik CPT selanjutnya dianalisa untuk menentukan kedalaman pondasi dan jenis pondasi.

Pada gambar 3 memperlihatkan kegiatan pengeboran di tiga titik bor yaitu titik S1, S2, S3, dan BH1. Kegiatan tersebut dilaksanakan di kawasan Puspiptek Serpong Tangerang Selatan.



Gambar 2. Grafik CPT (Sondir)



S-1



S-2



S-3



BH-1

Gambar 3. Kegiatan CPT (Sondir) sesuai layout gambar 1

### 3.1.2 Uji *Depth Boring* Sebanyak 1 (satu) Titik

Tabel 3. Hasil *Boring*

No <i>Depth Boring</i>	Kedalaman (meter)	UD Sampling (Tabung)	SPT (Test)
BH-1	-32.00	3	16

Uji boring dilakukan pada titik BH1 ditemukan lapisan tanah keras pada kedalaman 32 m, dengan nilai SPT maksimal 16.

PROJECT		PERENCANAAN IRADIATOR		COORDINATES		BORING METHODE		Length/Dia Of Casing												
CLIENT		PT. INDRA KARYA, WILAYAH III		BT - LS -		Coring and Sampling		Driller : Budi												
LOCATION		PUSPITEK SERPONG, TANGERANG BANTEN		ELEVATION : + 0.00 m GWL from GS - 26.00 m		SAMPLING METHODE Thin Walled / Shelby Tube		Date of Tested 02 to 03 Agustus 2015												
BORE HOLE NO		BH-01		DRILLING MACHINE TYPE		Kano (Custom)		Checked : Geoinves												
DEPTH		30,00 meter		TYPE OF CORING BARREL		Single Core Barrel		Page : 2 / 2												
D E P T H (m)	L O G	USCS	DESCRIPTION	U.D Sample Depth(m)	N - SPT				N - SPT DIAGRAM											
					I	II	III	N	10	20	30	40	50	60						
					0-15	15-30	30-45	Value												
-25.00		MH	SILT, Grey Coloured stiff consistency		3	5	6	11												
-26.00																				
-27.00																				
-28.00		ML	CEMENTED SILT, Light Grey Coloured Grey Coloured, very hard consistency		18	30	30	60												
-29.00																				
-30.00																				
-31.00		ML	CLAYEY CEMENTED SILT, Grey Coloured very hard consistency		25	30	30	12	>60											
-32.00																				

Gambar 4. *Bore log*

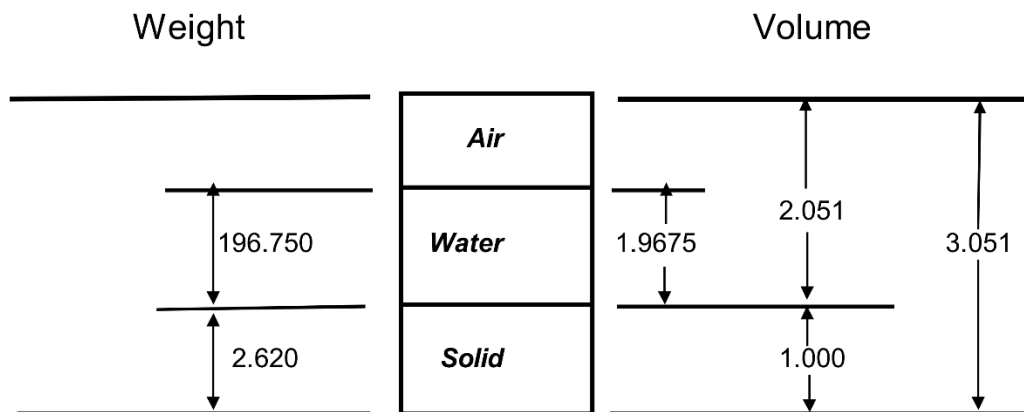
Menurut SNI 02-1726-2012, lapisan tanah yang mempunyai nilai uji SPT antara 0-14 tanah lunak, SPT antara 15 – 50 merupakan tanah sedang dan di atas 50 merupakan tanah keras. Jadi dari hasil penelitian/uji boring didapat nilai SPT maksimal 16, maka lokasi yang akan dibangun gedung Iradiator termasuk tanah sedang.

### 3.1.3 Penelitian Laboratorium

Tabel 4. Jenis dan Jumlah Pengujian di Laboratorium [8]

JENIS PENGUJIAN	Jumlah	Sample
1. Index Properties ( $W_n$ , $\gamma$ , $\gamma_d$ , $G_s$ , $e$ , $S_r$ , $n$ )	3	Undisturbed
2. Grained size distribution	3	Undisturbed
3. Atterberg Limits (LL, PL, PI)	3	Undisturbed
4. Consolidation Test (Cc, Cv, Cr, Po, Pc)	3	Undisturbed
5. Triaxial UU Test (Cu, $\Phi$ & Cu', $\Phi'$ )	3	Undisturbed





Gambar 5. Hasil Tes Mekanika Tanah <sup>[9]</sup>

Penelitian mekanika tanah dilakukan untuk tanah tidak terganggu (*undisturbed*) dengan mengambil masing-masing tiga sampel (tabung) dengan perbandingan berat dan volume seperti pada tabel 4 dan gambar 5. Pada gambar 5 dapat dijelaskan bahwa *unit weight of sample* 1,504 gr/cm<sup>3</sup>, *water content of sample* 75,095%, *specific gravity of soil sample* 2,620 gr/cm<sup>3</sup>, *Unit weight of water* 1 gr/cm<sup>3</sup>, *void ratio* 1,432 e, *porosity* 0,672 n.

### 3.2 PEMBAHASAN

Semakin besar kadar air akan mengakibatkan derajat kejenuhan meningkat, angka pori akan membesar, berat volume kering menurun dan tegangan air pori negatif akan mengecil. Kadar air mengakibatkan perubahan kekuatan tanah lempung atau kohesi tanah. Penambahan kadar air akan menurunkan nilai kohesi tanah begitu pula sebaliknya, pengurangan kadar air akan meningkatkan nilai kohesi tanah.

Dengan adanya perubahan nilai kohesi tanah maka akan mempengaruhi daya dukung *friction pile*, karena daya dukung *friction pile* merupakan fungsi dari kohesi. Semakin besar nilai kohesi tanah maka daya dukung *friction pile* juga semakin besar. Perubahan parameter tanah akibat adanya variasi kadar air menyebabkan daya dukung *friction pile* berubah. Semakin besar kadar air mengakibatkan daya dukung *friction pile* semakin kecil, begitu pula sebaliknya <sup>[10]</sup>.

Panjang tiang pancang yang berada pada lapisan tanah yang basah mempengaruhi daya dukung *friction pile*. Semakin panjang tiang pancangnya, maka semakin besar penurunan daya dukungnya.

Mengurangi kompresibilitas tanah dapat mengurangi penurunan yang diakibatkan oleh beban pondasi dan struktur, mengurangi permeabilitas juga dapat mengurangi sifat kembang susut tanah (lempung), yang berpengaruh terhadap daya dukung tanah.

Dari hasil kegiatan penyelidikan tanah maka dapat ditentukan jenis pondasi yang bisa dipakai yaitu pondasi tiang pancang dan pondasi *bored pile*.

#### 3.2.1 Pondasi Tiang Pancang

Persyaratan pondasi tiang pancang dapat dipakai dengan ketentuan sebagai berikut : elevasi tanah tidak diukur jadi semua titik dari permukaan tanah asli yang ada dilapangan (berdasarkan peta kontur yang ada), kedalaman pemancangan berbeda minimum berkisar antara -15 m s/d -23 meter, atau sampai *final set* pada 10 pukulan *hammer* terakhir 1 cm (dengan kedalaman yg bervariasi), jika tidak diperkenankan digunakan tiang pancang karena alasan lingkungan, maka dapat digunakan pondasi *Injection Pile*.

#### 3.2.2 Pondasi *Bored Pile*

Persyaratan pondasi *bored pile* dapat dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut: diameter *bored pile* minimum yang digunakan 60 cm, 80 cm atau 100 cm, kedalaman *bored*

*pile* minimum -22 m, pekerjaan pengeboran menggunakan *coring* atau *wash boring* dengan memperhatikan kebersihan lubang pengeboran sebelum pengecoran dilakukan, pengecoran harus menggunakan pipa *tremy*, pekerjaan pengeboran harus diawasi oleh seorang ahli geoteknik yang berpengalaman dan mempunyai kompetensi yang baik dalam mengawasi pekerjaan *bored pile*, mutu *concrete* yang disarankan minimal  $f_c'=30$  Mpa dengan menggunakan tulangan yang mencukupi, *pile cap* pondasi *bored pile* serta *tie beam* yang dipakai harus cukup kaku.

Kedalaman *bored pile* dihitung dari permukaan tanah *existing* saat pekerjaan penyelidikan tanah, jika dibuat *basement*, maka daya dukung aksial tiang *bored pile* harus dihitung kembali dengan panjang tiang efektif yang tertanam.

Tabel 5. Tabel Daya Dukung Pondasi

Diameter Of Bored Pile (m)	P All. <i>Lateral Compression Load</i> (kN)		
	L (Length of Bored Pile) from Ground Surface		
		22 meter	28 meter
0,60		127	159
0,80		175	217
1,00		226	278
1,20		280	341

Penggunaan pondasi *Bored Pile* sangat cocok pada jenis tanah dengan *stratigrafi* seperti dijelaskan diatas, terutama untuk mengantisipasi kapasitas daya dukung pondasi yang besar.

#### 4. KESIMPULAN

Kegiatan penyelidikan tanah digunakan untuk mengetahui karakteristik tanah sehingga dapat ditentukan jenis pondasi dan kedalaman pondasi yang paling aman dan ekonomis.

Dari data hasil kegiatan penyelidikan tanah maka didapatkan kedalaman pondasi minimal -22 m dan maksimal -32 m, selanjutnya dari hasil SPT didapatkan nilai 16 yang mana masuk dalam kategori tanah sedang sehingga jenis pondasi yang dipakai adalah *bored pile* dengan diameter 0,8 m sangat cocok pada jenis tanah dengan stratigrafi seperti dijelaskan diatas, terutama untuk mengantisipasi kapasitas daya dukung pondasi yang besar.

Penggunaan tiang pancang dengan kondisi lapisan tanah seperti hasil boring dan sondir diatas, maka tidak disarankan untuk dipakai di lokasi tersebut diatas karena letak tanah keras yang cukup dangkal sehingga tiang pancang menjadi pendek.

Pertimbangan lain memilih pondasi *bored pile* adalah tidak menimbulkan getaran yang melebihi ambang ke lingkungan karena di sekitar site proyek Iradiator banyak peralatan laboratorium yang rentan rusak terkena getaran.

Penggunaan *Mat Foundation* atau *Raft Foundation* dapat dipertimbangkan digunakan dengan syarat harus dibuat pondasi raft dengan ketebalan yang cukup kaku, dengan perencanaan dinding penahan tanah yang memadai.

Tidak lupa kami ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penyelesaian makalah ini.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. NI-2 (1971) Peraturan Beton Bertulang Indonesia, Indonesia.
- [2]. Sunaga, Hiromi, Design of Irradiation Facilities and safety evaluation, Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment, JAERI, Japan.
- [3]. Braja M. Das, Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geteknis) Erlangga, Jakarta 1995.
- [4]. Lampiran II Keputusan Kepala Bapeten No.11/Ka-Bapeten/VI-99 tentang Izin Konstruksi dan Operasi Iradiator, 1999.
- [5]. Joseph E. Boules, John K. Hainim, Sifat-sifat fisis dan geoteknis tanah, Erlangga Jakarta, 1991.
- [6]. ASTM D 1586-84 "*Standard penetration test and split barrel sampling of soils*".
- [7]. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SKSNI T-03-2874-2002), Indonesia.
- [8]. Laporan hasil penyelidikan tanah, Geoinves, Soil Mechanics Laboratory, Bandung 2015.
- [9]. Ir. Sunggono K.H. Mekanika Tanah, Penerbit Nova, Bandung.
- [10]. Aggarvalks, Muralidharan P., Gamma Irradiator Design Concept for RVNRL, Bhabha Atomic Research Centre, Bombay, India, 1990.

## **APLIKASI DAN ANALISA SISTEM KOMUNIKASI PUBLISH-SUBSCRIBE PADA SISTEM MONITORING RADIASI DAN LINGKUNGAN**

Ismet Isnaini, I Putu Susila, Istofa  
Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir (PRFN) - BATAN  
Tangerang Selatan, 15310  
Email : ismeth@batan.go.id

### **ABSTRAK**

*APLIKASI DAN ANALISA SISTEM KOMUNIKASI PUBLISH-SUBSCRIBE PADA SISTEM MONITORING RADIASI DAN LINGKUNGAN Sebagai salah satu bagian dari RAMONA (Radiation and Meteorological Monitoring Analysis System), telah dirancang sebuah sistem komunikasi antara alat sensor Ultrasonic Maretron WS0100 yang terhubung dengan komputer client dengan server Sistem Pemantauan Lingkungan Kawasan Nuklir, RAMONA. Sensor Ultrasonic ini terhubung dengan alat lainnya melalui antar muka NMEA2000 (National Maritime Electrical Association), yang merupakan standard komunikasi yang biasa menghubungkan antara sensor-sensor di kapal-kapal laut dengan tampilannya. Dalam alat ini terdapat beberapa sensor yakni sensor tekanan, arah angin, kecepatan angin dan suhu udara. Sistem komunikasi yang digunakan berbasis Message Queeing Telemetry Transport (MQTT). Prinsip dari sistem MQTT ini menggunakan publish/subscribe protocol, dimana Client, dalam hal ini Maretron, akan mengirim (publish) data-datanya ke data bus, yang kemudian di ambil oleh computer (baik itu client maupun server) yang sudah 'berlangganan' (subscribe) jenis-jenis data dengan format tertentu yang diperlukannya. Format data yang digunakan dalam sistem komunikasi ini adalah format JSON (JavaScript Object Notation), yang kemudian diambil oleh server untuk kemudian hasilnya di simpan ke dalam database ataupun di tampilkan di website bagi pengguna maupun admin dari sistem ini. Program untuk kedua sistem client dan server telah berhasil ditulis, dan menghasilkan komunikasi data yang lancar*

*Kata Kunci : Maretron, NMEA2000, MQTT, Ramona.*

### **ABSTRACT**

*THE APPLICATION AND ANALYZE OF THE PUBLISH-SUBSCRIBE COMMUNICATION SYSTEM FOR RADIATION AND ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEM. As part of the RAMONA (Radiation and Meteorological Monitoring Analysis System), a publish and subscribe communication system has been designed and implemented, to enable the Ultrasonic Device of Maretron WS0100 which is connected to the client computer to communicate with the server and/or other client. The Maretron is connected to other devices through an interface which use an NMEA2000 protocol, a communication protocol standard set by the National Maritime Electrical Association (NMEA), which usually used in the communication between sensors in the ships and its display. The Maretron device has several sensors embedded such as humidity, wind direction and speed, temperature as well as speed. The communication between Maretron is utilizing a MQTT (Message Queeing Telemetry Transport) system, a publish/subscribe protocol, in which a client publish its data to a data bus with a certain topic, while the server or other client who subscribe to that topic through a broker will then grab and process the data. The data format sent by the Maretron is in JSON (JavaScript Object Notation) format, which will be parsed by the subscriber and later will be saved on a database or displayed in a website as per requirement.*

*Keywords: Maretron, NMEA2000, MQTT, Ramona*

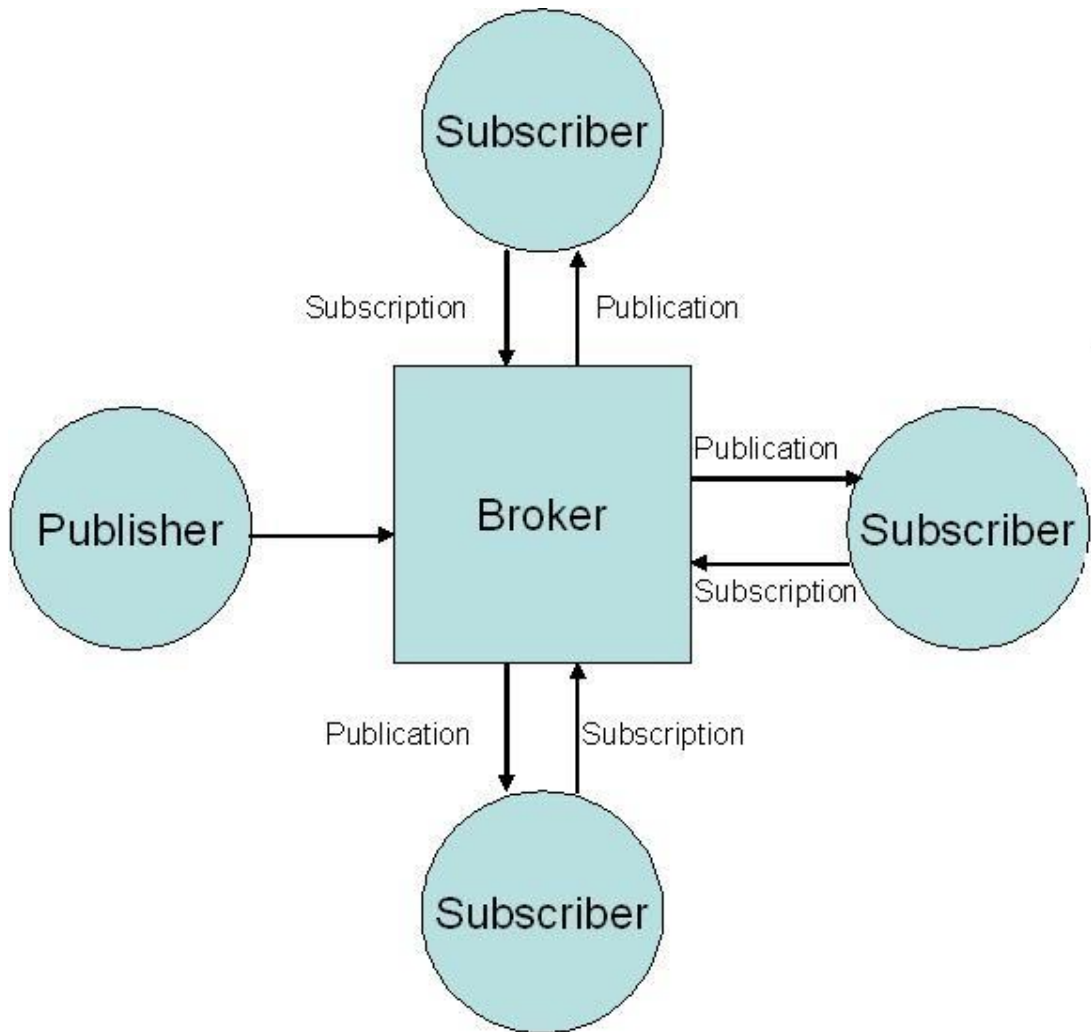
### **1. PENDAHULUAN**

Salah satu risiko dari keberadaan suatu instalasi nuklir adalah kemungkinan terjadinya lepasan partikulat radioaktif ke udara. Apabila lepasan tersebut merupakan lepasan yang tak terkendali atau melebihi batasan yang ditentukan dalam peraturan terkait, maka dapat membahayakan lingkungan maupun masyarakat sekitar. Oleh karena itu, di sekitar instalasi nuklir perlu dibangun suatu sistem pemantauan yang dapat memberikan informasi paparan radiasi kepada institusi terkait maupun masyarakat umum secara

*realtime*. Dalam sistem tersebut, perlu disertakan pemantauan cuaca seperti arah dan kecepatan angin, curah hujan maupun parameter lainnya, karena penyebaran partikulat di udara sangat tergantung pada cuaca . Berdasarkan hal tersebut maka PRFN mengembangkan Sistem Pantau Lingkungan Online Kawasan Instalasi Nuklir yang disebut dengan RAMONA (*Radiation and Meteorological Monitoring Analysis System*)<sup>[1]</sup> , yang salah satu diantaranya adalah mendeteksi suhu, kelembaban, tekanan, arah dan kecepatan angina dengan menggunakan sebuah detektor yang telah terbukti handal dalam aplikasi maritim. Secara keseluruhan, sistem tersebut terdiri dari Sistem Deteksi dan akuisisi data terkomputerisasi. Untuk itu diperlukan semua sistem komunikasi antara detektor dengan sistem computer, sehingga sistem RAMONA dapat memberikan data yang akurat dan tepat dalam rangka mendukung penyampaian informasi kepada publik yang akurat tentang kemungkinan terjadinya bahaya radiasi dari kawasan nuklir.

### 1.1. TEORI

Sistem Pantau Lingkungan Online ini terdiri dari 2 bagian utama. Bagian pertama adalah sistem deteksi yang terdiri dari berbagai macam sensor seperti sensor radiasi, suhu, arah angin dan lain-lain. Salah satu sensor yang digunakan adalah Maretron WS0100 yang dapat mendeteksi suhu, arah dan kecepatan angin, kelembaban serta tekanan. Sedangkan bagian kedua adalah sistem komputer yang terdiri dari sistem akuisisi data berada di komputer *client* dan tampilan yang dapat di akses melalui website. Prinsip kerja sistem komunikasi antara komputer *client* dan komputer yang bertindak selaku server, adalah menggunakan metoda *Message Queeing Telemetry Transport* (MQTT)<sup>[2][3][4]</sup>. Keunggulan sistem ini adalah termasuk komunikasi yang sangat ringan serta alat sensor (*client* atau juga disebut sebagai *Publisher*) dapat mengirimkan (*publish*) data ke data bus dalam format apa saja (binary, JSON, Hex dan sebagainya). Walaupun beberapa *client/publisher* mengirim data dalam format yang berbeda-beda, data yang nantinya diterima oleh komputer atau dalam hal ini disebut sebagai *subscriber*, akan dikonversikan sesuai dengan format data yang diperlukan. Pada saat pengiriman data, *publisher* juga menyertakan *topic* dalam format data tersebut. Selanjutnya, di sisi server, ada sebuah *broker* yang berfungsi untuk membagi-bagikan data yang dikirim atau *publish* oleh *Publisher*, kepada *subscriber* (pelanggan) yang memerlukannya sesuai dengan topik yang diperlukan oleh *subscriber*. Misalnya, sebagian *subscriber* memerlukan data radiasi, sedangkan sebagian yang lainnya hanya memerlukan data cuaca. Peran *broker* ini biasanya dijalankan oleh sebuah perangkat lunak yang dijalankan di Server. Adapun *subscriber* merupakan sebuah program aplikasi yang dapat di install di server ataupun komputer end-user lainnya. Data tersebut kemudian diproses, misalnya disimpan dalam *database* atau dikirim / ditampilkan pada website. Untuk memastikan data terkirim dengan baik, MQTT juga memiliki 3 tingkatan *Quality of Service* yang dapat diatur ketika pesan dikirimkan oleh *publisher*<sup>[5]</sup>. Gambar 1 lebih lanjut menjelaskan prinsip utama sistem *publish and subscribe* dari MQTT.



Gambar 1 Sistem *Publisher* dan *Subscriber* pada MQTT

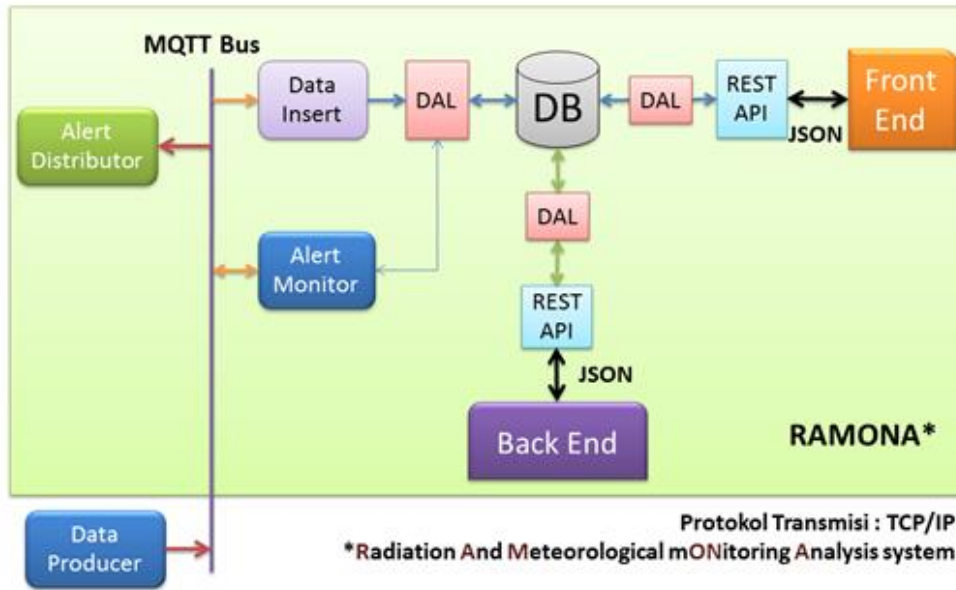
Format data yang dikirim oleh *Publisher*, menggunakan format data JSON (JavaScript Object Notation) <sup>[6][7][8]</sup>. JSON adalah sebuah format data yang ringan yang dibangun dan menjadi bagian dari JavaScript. Dewasa ini, JSON telah menjadi format pertukaran data yang populer, bahkan mulai mengalahkan format lainnya dalam popularitas dan penggunaan seperti XML dan lain-lain. Pada dasarnya, format data JSON terdiri dari pasangan : *Key* dan *Value*. Dalam *Key*, nama data ditentukan, dan dalam *value*, isi data disebutkan. Sebagai contoh :

```
var obj1 = { user: "ismet", age:17, country : "Indonesia"};
```

Dimana : obj1 = nama object yg dibuat ; *Key* = **user**, dan *Value* = "ismet"

Format data ini, kemudian akan di parsing oleh *subscriber* dengan bantuan sebuah program, yang juga akan memasukkan hasil bacaan ke *database* dan/atau menampilkannya pada website bagi end user atau admin dari Sistem Pemantauan Lingkungan ini.

Secara garis besar, keseluruhan sistem Komunikasi berbasis MQTT ini, dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2 Alur data pada Sistem Pemantauan Radiasi Dan Lingkungan berbasis MQTT

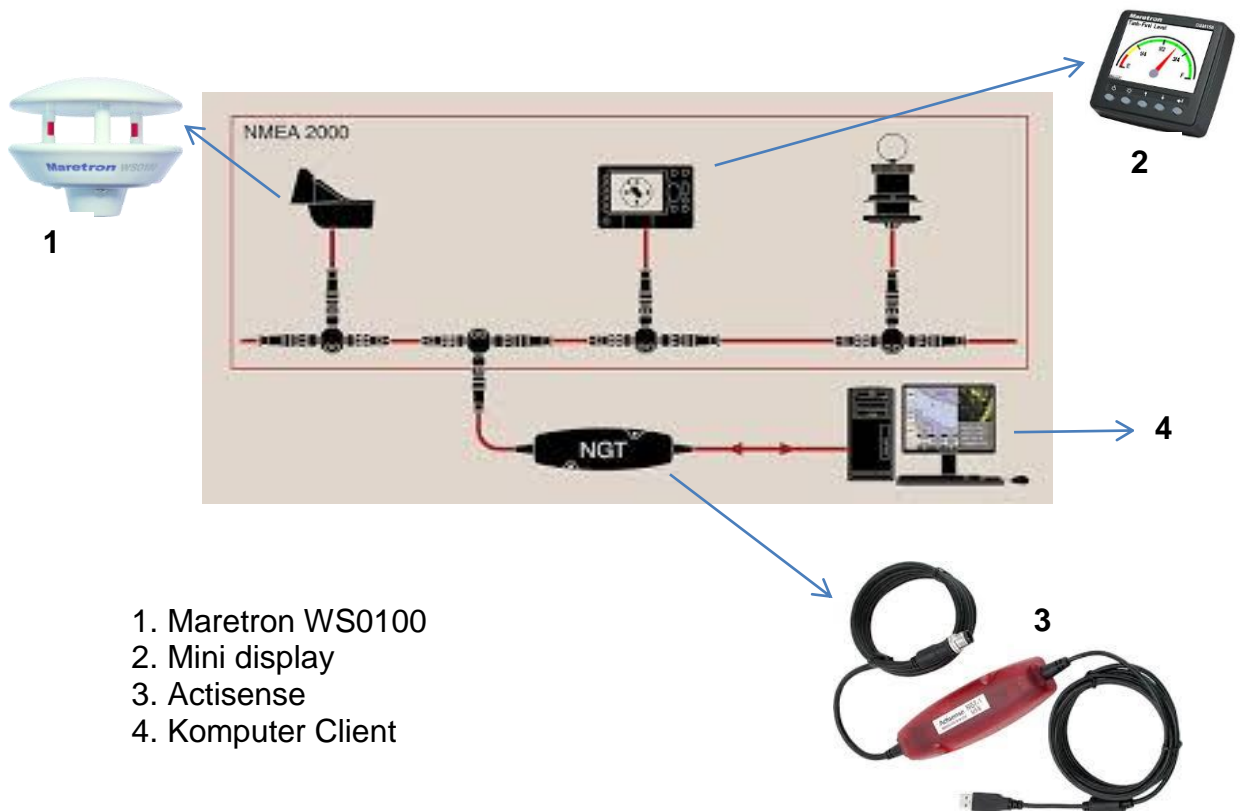
## 2. METODOLOGI

Salah satu sistem deteksi meteorologi yang digunakan adalah sensor Maretron WS0100, yang didalamnya terdapat sensor suhu, kelembaban, tekanan, arah dan kecepatan angin. Setiap sensor tergabung ke dalam PGN (Parameter Group Number) tertentu. Sebagaimana tercantum pada Tabel 1, alat yang dipergunakan dalam sistem ini mempunyai PGN 130306 dan 130311.

Tabel 1 Jenis Paramater Group Number (PGN) yang terdapat pada alat Ultrasonic Maretron WS0100

Nomor PGN	PGN 130306	PGN 130311
Jenis Sensor	- Kecepatan Angin - Arah Angin	- Kelembaban - Tekanan Atmosphere - Suhu

Standard komunikasi yang digunakan oleh Maretron WS0100 adalah NMEA 2000 yang diatur oleh National Marine Electrical Association (NMEA), yang merupakan sebuah standard komunikasi antara Maretron dengan tampilan yang ada di kapal-kapal laut. Namun, ditemukan sebuah kendala dimana sistem NMEA2000 ini tidak dapat langsung dibaca oleh komputer melalui perantaraan USB, sehingga diperlukan sebuah alat tambahan NGT Actisense, yang menjadi interface antara NMEA2000 dengan komunikasi komputer menggunakan USB. Pada Gambar 3 tampak sebuah monitor kecil yang dihubungkan ke alat maretron, yang dengan ini perantaraan display kecil ini dapat digunakan untuk melihat hasil bacaan dari sensor-sensor yang terdapat pada Maretron dan pada saat yang sama, mengatur parameter-parameter yang diperlukan dalam pengoperasian detektor ini. Misalnya, untuk setiap sensor, setiap berapa detik data akan diambil dari masing-masing sensor, semua nilai parameter ini dapat diatur dari mini monitor ini.



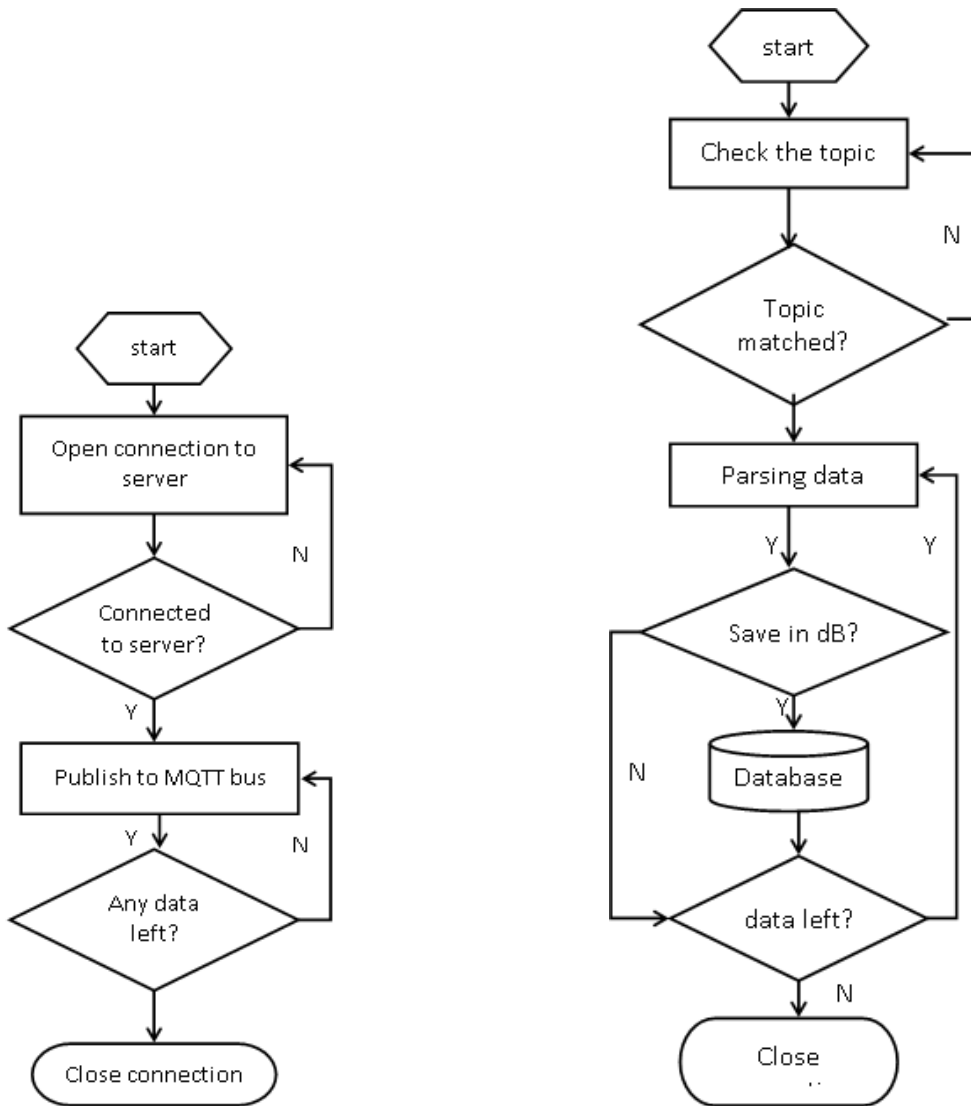
Gambar 3 Komunikasi antara sensor Maretron WS0100 dengan komputer *client*

Sistem komunikasi antara *client* dengan *Server*, adalah sistem *publisher* yang merupakan sebuah program yang ditulis dalam bahasa C#, sedangkan broker yang dijalankan diatas server yang berbasis linux Fedora adalah sebuah Open Source broker, *Mosquitto* [9]. Broker adalah hati dari sebuah publish/subscribe protokol, bahkan bisa terhubung sampai ribuan *client* MQTT, bergantung kepada implementasinya. Prinsip kerja broker yang paling mendasar adalah menerima semua pesan, kemudian memilah-milahnya dan membagikan atau mengirimnya kepada *subscriber* yang telah "berlangganan". Juga broker bisa mengotentikasi *client* yang ada dalam sistem. Adapun *subscriber* ditulis dalam bahasa pemrograman GoLang, yang merupakan bahasa pemrograman baru yang dikenalkan oleh Google. Bahasa ini dapat langsung dikompilasi dalam bentuk objek binary dan kemudian dieksekusi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari implementasi sistem komunikasi *publisher-subscriber* ini adalah sebuah flow chart untuk masing-masin *publisher* dan *subscriber* Komunikasi ini pun telah di implementasikan dalam bentuk sebuah program dimana komputer *client* mengambil data dari berbagai macam sensor yang ada, terutama maretron, kemudian mengirimkannya ke komputer *server*.





Gambar 4 Bagan Alur sederhana untuk program *publisher*(kiri) dan *subscriber* (kanan) di *client*

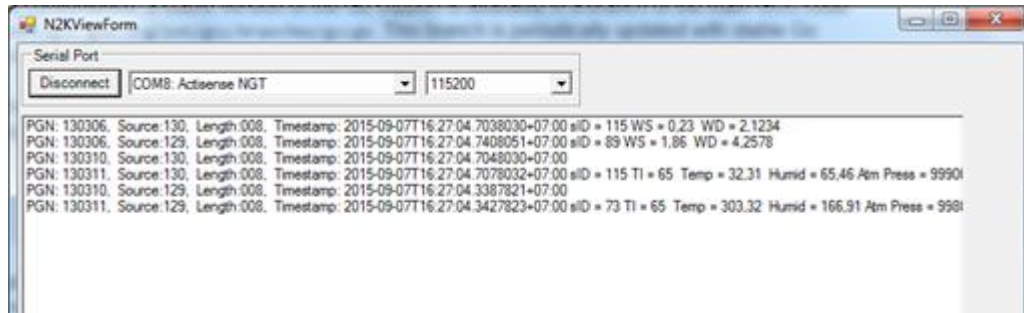
Gambar 4 menunjukkan bagan alur sederhana yang digunakan dalam pemrograman *publisher* dan *subscriber*. Untuk setiap sensor 3 jenis data yang dikirimkan: nomor identitas sensor (*sensorID*), waktu deteksi (*timestamp*) serta nilai hasil deteksi (*Value*). Setiap sensor memiliki *sensorID* yang unik, jadi untuk kelima sensor yang ada dalam maretron, ada 5 *sensorID* yang berbeda. Dalam sistem yang dikembangkan ini, terdapat 2 alat Ultrasonic Maretron yang dipasangkan, dengan *sensorID* mulai dari 10-16 dan 17-23, masing-masing berjumlah 7 *sensorID*. 2 tambahan *sensorID* itu adalah data yang dikirim oleh *publisher* namun bukan berasal dari sensor yang terpasang pada alat Maretron. Informasi tambahan yang dikirim ini, nantinya akan berguna dalam pemrosesan data dari 5 sensor Maretron. Adapun *sensorID* 1-9 telah digunakan oleh sensor-sensor lainnya di luar Maretron, bagian lain dari RAMONA.

Tampilan pada gambar 5 merupakan tampilan *publisher* yang dijalankan dari sisi *client*, dimana hasil pembacaan alat Ultrasonic Maretron dikirim ke Server/PC. Data yang dikirim terdiri dari Parameter Group Number (PGN), Sensor ID, Timestamp atau waktu dimana bacaan tersebut dihasilkan, serta nilai dari masing-masing sensor. Misalnya sensor kecepatan angin (dilambangkan dengan WS: Wind Speed) dan arah angin (dilambangkan dengan WD : Wind Speed). Dalam contoh dibawah, terdapat dua alat Ultrasonic Maretron yang dipergunakan, dengan masing-masing ID, 129 dan 130.

Data-data tersebut, dikirim dalam format JSON ke server dengan topik tertentu. Oleh broker di server, data tersebut dibagikan / dikirim ke *subscriber* yang berlangganan topic tersebut. Gambar 6 dan tabel 2 menampilkan hasil parsing data yang dikirim oleh *publisher*. Dapat dilihat, setiap data terdiri dari 2 bagian : *Key* and *Value*.

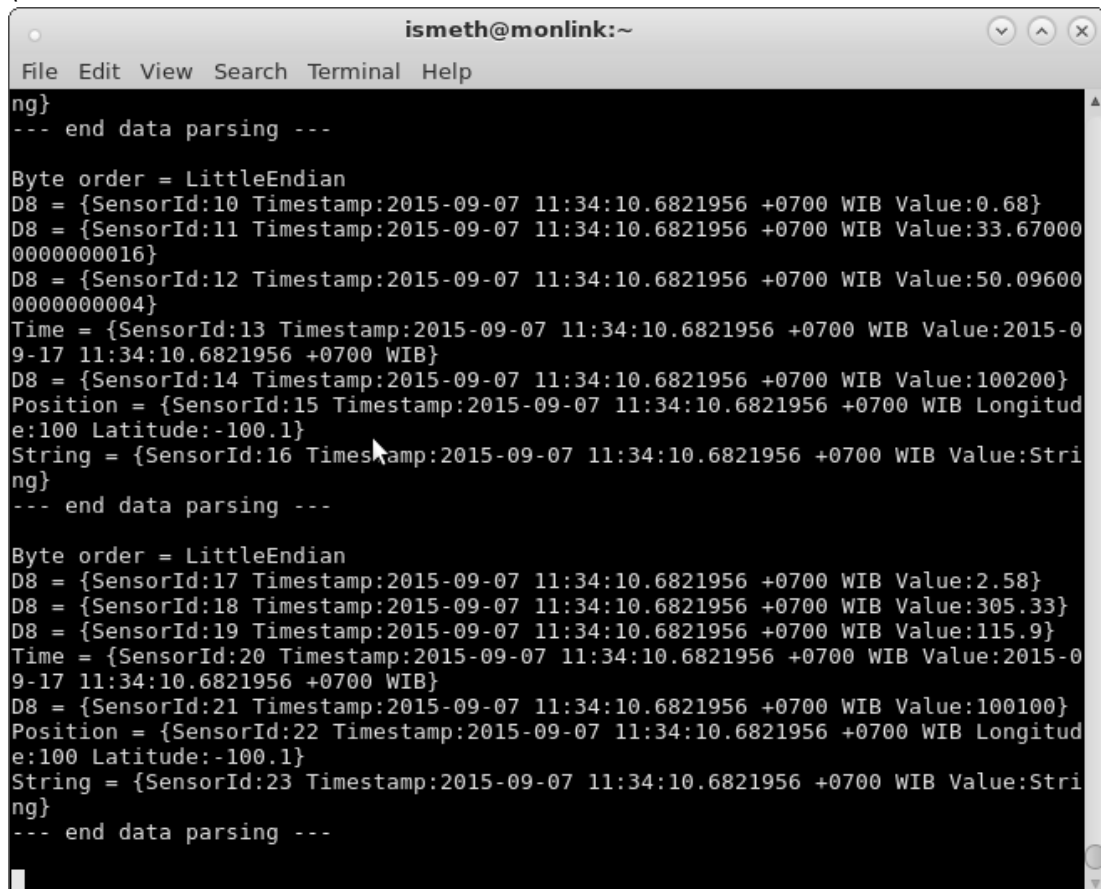
Tabel 2 data yang akan didapatkan dari setiap sensor yang ada di sistem RAMONA

Key	Value
SensorID	10
TimeStamp	2015-09-0 11:34.10.6812956
Value	0.68



Gambar 5 Hasil Output Data dari program *Publisher* di *client*

Selanjutnya, ketiga data diatas, akan disimpan ke dalam *database*. Dari sistem *database* ini, kemudian hasil pembacaan masing-masing sensor akan ditampilkan di website, sesuai dengan *query* dari masing-masing pengguna atau admin.



Gambar 6 Tampilan output parsing dari *Subscriber* di server

Tersedianya *Quality of service* yang digunakan dalam MQTT, telah menunjang kontinuitas pengiriman data dari *publisher* ke *subscriber*. Walaupun demikian, masih ada kendala external yang masih dapat mengganggu komunikasi data, misalnya hilangnya daya pada alat sensor, dan faktor cuaca yang ekstrim. Hal ini diantisipasi dengan menggunakan back up baterai sertai solar cell pada alat sensor.

Walaupun Maretron adalah sensor yang cukup tangguh terhadap cuaca yang ekstrim, namun masih ada kemungkinan hilangnya data dikarenakan rusaknya sensor dan terganggunya sistem komunikasi. Untuk menghantisipasi hal tersebut, maka perlu dibuat switch yang dikontrol dari jarak jauh (melalui IP address misalnya) di beberapa lokasi sensor<sup>[10]</sup>. Kendala lain yang masih terasa adalah penggunaan kabel NMEA2000 yang masih tergolong mahal sehingga kurang ekonomis untuk melakukan komunikasi jarak jauh. Sistem yang baru ini diharapkan menembus batas kendala keterbatasan tempat dan waktu dalam proses pemantauan radiasi lingkungan di seluruh Indonesia. Karena format data yang digunakan adalah format JSON, maka sistem yang baru ini dapat ditambahkan sensor lain dengan mudah<sup>[11]</sup> dan melayani sensor dengan data format lain.

#### 4. KESIMPULAN

Telah diaplikasikan dan dianalisa sistem komunikasi *publish-subscribe* antara sensor Ultrasonic Maretron WS0100 sebagai *publisher* dengan Komputer Server pada Sistem Pemantauan radiasi dan lingkungan online untuk kawasan nuklir. Sistem komunikasi ini telah berhasil mengirimkan data secara konsisten dalam format data JSON. Data tersebut kemudian diambil oleh *subscriber* yang berada di server yang kemudian disimpan dalam *database* untuk selanjutnya ditampilkan di website sesuai dengan kebutuhan.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. I. P. S. Istofa, Leli Yuniarsari, "Perekayasa Perangkat Pemantau Radiasi Lingkungan Instalasi Nuklir," *Maj. PRIMA*, vol. 12, no. 1, 2015.
- [2]. E. Garcí, A. Calveras, and I. Demirkol, "Improving Packet Delivery Performance of Publish/Subscribe Protocols in Wireless Sensor Networks," *Sensors (Switzerland)*, vol. 13, no. 2013, pp. 648–680, 2013.
- [3]. Y. Yoon and B. H. Kim, "Secret Forwarding of Events over Distributed Publish / Subscribe Overlay Network," *PLoS One*, vol. 11, no. 7, pp. 1–21, 2016.
- [4]. M. Collina, G. E. Corazza, and A. Vanelli-Coralli, "Introducing the QEST broker: Scaling the IoT by bridging MQTT and REST," *IEEE Int. Symp. Pers. Indoor Mob. Radio Commun. PIMRC*, pp. 36–41, 2012.
- [5]. I. Mashal, O. Alsaryrah, T. Y. Chung, C. Z. Yang, W. H. Kuo, and D. P. Agrawal, "Choices for interaction with things on Internet and underlying issues," *Ad Hoc Networks*, vol. 28, no. January, pp. 68–90, 2015.
- [6]. ECMA, "Standard ECMA-404 - First Edition - The JSON Data Interchange Format," *ECMA Int.*, vol. 1st, pp. 1–4, 2013.
- [7]. M. Schulz, F. Chen, and L. Payne, "Real-Time Animation of Equipment in a Remote Laboratory," *11th Int. Conf. Remote Eng. Virtual Instrum.*, no. February, pp. 172–176, 2014.
- [8]. E. K. Zyp and G. Court, "JSON Schema: core definitions and terminology," *Internet Eng. Task Force*, p. 14, 2013.
- [9]. C. Zhou and X. Zhang, "Toward the Internet of Things application and management: A practical approach," in *Proceeding of IEEE International Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks 2014*, 2014, pp. 1–6.
- [10]. R. Casanovas, J. J. Morant, M. López, I. Hernández-Girón, E. Batalla, and M.

Salvadó, "Performance of data acceptance criteria over 50 months from an automatic real-time environmental radiation surveillance network," *J. Environ. Radioact.*, vol. 102, no. 8, pp. 742–748, 2011.

- [11]. Y. Mehmood, C. Görg, M. Muehleisen, and A. Timm-Giel, "Mobile M2M communication architectures, upcoming challenges, applications, and future directions," *EURASIP J. Wirel. Commun. Netw.*, vol. 2015, no. 1, p. 250, 2015.

# PEDOMAN FORMAT PENULISAN JURNAL PERANGKAT NUKLIR PRFN-BATAN

## 1. Naskah

- Naskah belum pernah diterbitkan
- Naskah merupakan hasil litbang, kajian, pemodelan, simulasi, rancang bangun, aplikasi, standarisasi, dan lainnya perihal perangkat nuklir.
- Naskah di tulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris dengan menggunakan *software* pengolah kata *Microsoft Word (office)* dan untuk persamaan matematik menggunakan *software Microsoft Equation*, penomoran menggunakan angka arab sesuai alur pembahasan menggunakan.....(..)
- Jumlah halaman naskah minimal 6 halaman dan maksimal 10 halaman termasuk gambar/tabel.

## 2. Format

- Naskah diketik rapih ukuran kertas A-4 (210 mm x 297 mm), satu kolom, jarak satu spasi, font arial 11, margin kiri 3 cm, margin atas, kanan, dan bawah 2,5cm, rata kiri dan kanan, istilah asing cetak miring.
- Sistematika naskah sebagai berikut :
  1. **Judul makalah** (menggunakan font arial 12, jarak 1 spasi, huruf besar, cetak tebal, rata tengah dan maksimal 20 kata).
  2. **Identitas penulis** (menggunakan font arial 11, jarak 1 spasi, dan rata tengah).
  3. **Identitas institusi/lembaga** disertai alamat serta e-mail penulis utama (menggunakan font arial 11, jarak 1 spasi dan rata tengah).
  4. **Abstrak** baris pertama adalah judul makalah dan ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris, 150-200 kata. (menggunakan font arial 10, jarak 1 spasi, rata kiri dan kanan serta cetak miring).
  5. **Seluruh tulisan** selain di atas, menggunakan font arial 11 jarak 1 spasi, rata kiri dan kanan.
  6. **Pendahuluan** (memuat permasalahan yang dihadapi dan rencana penyelesaiannya serta hasil yang diharapkan).
  7. **Metodologi** (bahan, peralatan dan tata kerja)
  8. **Hasil dan Pembahasan** (ditampilkan urut sesuai dengan tata kerja)
  9. **Kesimpulan** (harus dibuat)
  10. **Ucapan terima kasih** (jika diperlukan)
  11. **Daftar Acuan** (ditampilkan urut sesuai acuan).

## 3. Gambar, Grafik, Tabel dan Persamaan

- Keterangan gambar/grafik dibuat dibagian bawah gambar/grafik dengan urut nomor gambar sesuai dengan urutan penampilan gambar.
- Keterangan tabel dibuat dibagian atas tabel dengan nomor urut sesuai urutan penampilan tabel.
- Persamaan Kimia dan Matematika diberi nomor urut sesuai dengan urutan penampilan persamaan (dengan font cambria math 11).

## 4. Pencantuman Daftar Pustaka

- Nomor pustaka disesuaikan dengan urutan penampilan dengan menggunakan [...]
- **Buku** : Penulis, Judul buku, Nomor edisi, Penerbitan, Tahun terbit.
- **Jurnal** : Penulis, Judul makalah, Judul Jurnal, Nomor edisi, Nomor halaman, Tahun terbit.
- **Prosiding** : Penulis, Judul makalah, Judul prosiding, Penyelenggara, seminar, Nomor halaman. Tahun terbit.
- **Situs** : Penulis, Judul makalah, Alamat situs, Organisasi, Tahun kunjungan.
- **Pakar** : Nama pakar, Komunikasi pribadi, Institusi pakar, Tahun komunikasi.

## 5. Pengiriman Naskah

- Naskah dikirim kepada redaksi Jurnal perangkat Nuklir melalui e-mail atau surat (disertai CD yang berisi naskah dalam bentuk doc.).
- Naskah yang diterima redaksi menjadi milik redaksi.
- Naskah yang tidak dapat diterbitkan tidak akan dikembalikan kecuali dengan perjanjian.

## 6. Lain-lain

- Redaksi berhak mengubah/menyesuaikan bahasa dan istilah tanpa mengubah substansi dengan tidak memberitahukan kepada penulis terlebih dahulu.
- Redaksi akan berkonsultasi dengan penulis jika dipandang perlu.