



**KEMENTERIAN TENAGA, SAINS, TEKNOLOGI, ALAM SEKITAR  
DAN PERUBAHAN IKLIM**

**BORANG PENYERTAAN  
PERTANDINGAN PROJEK PENYELIDIKAN INOVASI NANOTEKNOLOGI (PIN)  
PERINGKAT KEBANGSAAN 2018**

1. Borang ini hendaklah diisi dengan lengkap dalam **tiga (3) salinan** dan kembalikan kepada:-

**URUSETIA PERTANDINGAN PIN 18'**  
PUSAT NANOTEKNOLOGI KEBANGSAAN,  
KEMENTERIAN TENAGA, SAINS, TEKNOLOGI, ALAM SEKITAR  
DAN PERUBAHAN IKLIM,  
ARAS 4, BLOK C7, KOMPLEKS C,  
PUSAT PENTADBIRAN KERAJAAN PERSEKUTUAN,  
**62662 PUTRAJAYA.**

2. Calon-calon dikehendaki mengemukakan:
  - i) **Dua (2) keping** gambar berwarna terkini berukuran passport;
  - ii) **Salinan kad pengenalan** yang disahkan;
  - iii) **Tiga (3) salinan** kertas kerja dan laporan penyelidikan yang dipertandingkan; dan
  - iv) **Borang dan Ringkasan** pencalonan seperti format yang disediakan.
3. **Kertas kerja dan laporan penyelidikan** mestilah disediakan **KHUSUS** untuk pertandingan oleh **individu yang berdaftar** untuk pertandingan.
4. Laporan penyelidikan mesti **melaporkan** keputusan hasil penyelidikan yang dilaksanakan oleh **individu yang berdaftar** untuk pertandingan.

5. Kertas kerja yang diterbitkan atau tesis lengkap untuk tujuan pengijazahan **TIDAK DITERIMA** sebagai kertas kerja dan laporan penyelidikan untuk tujuan pertandingan ini.
6. Calon **DIWAJIBKAN** untuk mengisi semua butiran di dalam borang pencalonan dan ringkasan pencalonan dengan lengkap. Kesemua dokumen tersebut kemudian hendaklah disediakan dalam bentuk *softcopy* iaitu dalam bentuk PDF dan disimpan di dalam CD untuk diserahkan kepada pihak Urusetia bersama-sama dengan salinan *hardcopy*.
7. Borang pencalonan yang telah lengkap dalam bentuk *hardcopy* dan *softcopy* hendaklah diterima oleh urusetia **sebelum atau pada 14 September 2018**. Borang pencalonan yang diterima selepas tarikh ini tidak akan dinilai.

# PERTANDINGAN PROJEK PENYELIDIKAN INOVASI NANOTEKNOLOGI PERINGKAT KEBANGSAAN 2018 (PIN 18')

## BORANG DAN RINGKASAN PENCALONAN

1.	<b>Nama</b>	Ling Ting Yang
2.	<b>No Kad Pengenalan</b>	920812135499
3.	<b>Kategori</b> Sarjana/ Doktor falsafah	Doktor Falsafah
4.	<b>Alamat Institusi</b>	University of Southamptpn Malaysia (UoSM), No. 3 Persiaran Canselor 1, Kota Ilmu Educuity@Iskandar, 79200 Iskandar Puteri, Johor.
5.	<b>Alamat Surat-Menyurat</b>	University of Southamptpn Malaysia (UoSM), No. 3 Persiaran Canselor 1, Kota Ilmu Educuity@Iskandar, 79200 Iskandar Puteri, Johor.
6.	<b>No. Telefon</b>	0128878918
7.	<b>Alamat E-mel</b>	<u><a href="mailto:Ivan.ling@soton.ac.uk">Ivan.ling@soton.ac.uk</a></u>
8.	<b>Tajuk Penyelidikan:</b> Prototaip pembangunan sistem pengesan kepekatan baja pertanian berasaskan bahan termaju kristal nano grafin	
9.	<b>Objektif:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tujuan utama dalam penyelidikan ini adalah untuk menghasilkan prototaip sistem pengesan berasaskan bahan termaju Kristal Nano Grafin (merujuk kepada <i>Nano Crystalline Graphene</i>, NCG) bagi menguji kejituan proses pencirian berdasarkan kepekatan ion yang berbeza bagi pelbagai jenis campuran garam terlarut amonium digunakan.</li> <li>- Kesinambungan dalam penyelidikan ini adalah untuk memastikan keupayaan bahan termaju NCG juga sesuai digunapakai dalam penghasilan peranti pengesan bahan kimia yang lebih meluas dan sampel diuji dalam kuantiti minimum, kos pembuatan sangat murah, hasil pencirian lebih pantas dan berada dalam keadaan stabil untuk jangka hayat yang lebih lama supaya ia dapat diadaptasi dalam sektor pertanian moden.</li> </ul>	

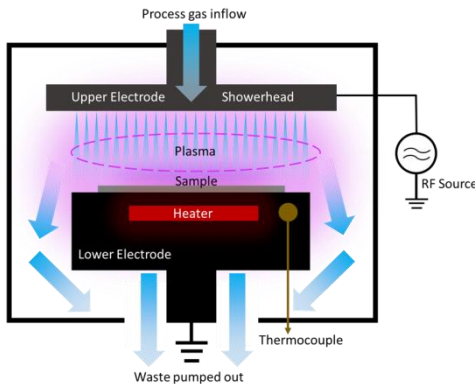
	<p>- Hasil inovasi dalam pembangunan teknologi ini bukan sahaja melestarikan bidang Pertanian Jitu (merujuk kepada <i>Precision Agriculture, PA</i>) malah dijangkakan mampu menyumbang terhadap pembangunan Objek Rangkaian Internet (merujuk kepada <i>Internet of Things, IOT</i>).</p>
10.	<p><b>Latar Belakang Penyelidikan:</b></p> <p>Malaysia merupakan salah sebuah negara pesat membangun dalam segala aspek, dan dari masa ke masa terdapat pelbagai dasar negara telah digubal bagi mencapai sebagai salah sebuah negara maju yang berdaya saing serta berpendapatan tinggi diperingkat antarabangsa dalam pelbagai sektor pada masa akan datang. Sehingga ke hari ini, sektor pertanian kian relevan dan menjadi salah satu teras ekonomi primer strategik yang menjadi tumpuan dalam perdagangan dunia, serta penekanan terhadap sektor pertanian mampu mengurangkan kebergantungan terhadap import dari hasil sub-sektor hasil pertanian seperti bahan mentah dan makanan dari luar negara. Hal ini dapat dibuktikan dimana hasil dari pembangunan sektor pertanian yang kita capai pada hari ni adalah selari dengan Dasar Agromakanan Negara 2011-2020 (dirangka oleh Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani) dan Dasar Komoditi Negara 2011-2020 (dirangka oleh Kementerian Industri Utama), yang bermatlamat bukan sahaja untuk meningkatkan pengeluaran makanan dan eksport industri komoditi malah mengubah industri komoditi supaya lebih dinamik dan berdaya saing melalui pengeluaran komoditi berasaskan produk yang bernilai tambah tinggi. Lantaran itu, sektor pertanian diterapkan sebagai salah satu dibawah 12 Bidang Keberhasilan Utama Ekonomi (merujuk kepada <i>National Key Economic Area, NKEA</i>) dimana ia berpotensi memberi sumbangan kepada pertumbuhan ekonomi negara. Hal ini diramalkan sektor pertanian dalam NKEA disasarkan mampu meningkatkan jumlah sumbangan Pendapatan Negara Kasar (merujuk kepada <i>Gross National Income, GNI</i>) sebanyak RM 49 bilion, serta dijangka berkembang pada kadar 3.5 peratus setahun dan 7.8 peratus Kadar Keluaran Negara Kasar (merujuk kepada <i>Gross Domestic Product, GDP</i>) menjelang tahun 2020. Disamping itu, terdapat peruntukan kewangan turut disumbangkan oleh pihak kerajaan terhadap sektor pertanian sebanyak RM 6.5 bilion yang dibahaskan dalam Belanjawan 2018 yang lalu bagi memastikan sektor pertanian agar terus berdaya saing di peringkat global. Justeru, sektor pertanian perlu bergerak seiring dengan pemerkasaan teknologi dan inovasi. Dalam menuju fasa negara maju, sistem pertanian pintar merupakan salah satu teknologi yang perlu dititikberatkan untuk meningkatkan produktiviti pengeluaran dalam sektor pertanian bagi memenuhi keperluan penduduk di dalam negara dan juga permintaan di luar negara. Dalam konteks yang sama, peningkatan produktiviti pengeluaran dalam sektor pertanian juga dapat meningkatkan hasil pendapatan dan pembasmian kemiskinan di kalangan para petani, menyumbang terhadap pertumbuhan ekonomi negara dan keselamatan makanan negara lebih mampan yang bergerak selari dengan dasar yang termaktub dalam Rancangan Malaysia ke – 11, RMK-11 sehingga tahun 2020.</p> <p>Bagi merealisasikan matlamat tersebut, terdapat beberapa masalah dalam sektor</p>

	<p>pertanian yang perlu diteliti, dan diselesaikan secara holistik. Antaranya, sistem pembajaan tidak terurus merupakan masalah utama yang terpaksa ditanggung oleh para petani, dimana ia memberikan impak negatif terhadap hasil tanaman. Hal ini dapat diperincikan dimana kepekatan ion berlebihan daripada bekalan baja pertanian ke dalam tanah akan meningkatkan tekanan osmosis. Kesan daripada masalah ini akan menyebabkan hasil tanaman kelihatan kering dan tidak bermaya akibat kesukaran penyerapan air mencukupi dari tanah ke akar tanaman. Namun, kekurangan baja pertanian atau erti kata lain kepekatan ion yang sangat rendah pula akan menyebabkan kadar tumbesaran pokok agak perlahan dan ada kalanya tumbesaran pokok menjadi terbantut. Akibat daripada masalah ini juga para petani terpaksa menanggung kerugian masa dan wang, serta kos operasi untuk penanaman semula. Dengan adanya jaringan kerjasama antara sektor pertanian, dan pemerksaan teknologi dan inovasi diperingkat penyelidikan, masalah kepekatan ion yang hadir daripada campuran garam terlarut tidak terurus, malah dapat dikesan pada peringkat awal penanaman pokok dengan adanya bantuan prototaip sistem pengesan kepekatan ion berasaskan bahan termaju NCG.</p> <p>Sehingga kini, peranti pengesan elektrokimia biasanya dikonfigurasi sebagai transistor berasaskan medan kesan ion (merujuk kepada <i>ion-sensitive field effect transistor</i>, <i>ISFET</i>) untuk mengesan sebatian ionik tertentu dalam persekitaran cecair. Persediaan sel aliran kompleks dan mekanisma pengekstrakan tanah automatik diperlukan untuk menjalankan proses pencirian. Selain itu, spektrometri penyerapan (merujuk kepada <i>adsorption spectrometry</i>) adalah satu lagi kaedah yang menarik untuk menjalankan proses pencirian kepekatan ion di dalam tanah pertanian. Dengan menggunakan gentian optik sebagai pandu arah gelombang, cahaya ultraungu (merujuk kepada ultraviolet, UV) dapat dihantar ke dalam tanah untuk secara berterusan. Oleh itu, hasil daripada cerapan spektra terhadap campuran garam terlarut dan bilangan ion boleh diketahui berdasarkan kepekatan ion yang dianggarkan dengan memantau penurunan garisan cerapan ion tersebut. Namun demikian, kaedah spektrometri ini biasanya lebih mahal, dan kurang praktikal kerana kaedah penyediaan sebelum proses pencirian dijalankan amat rumit.</p> <p>NCG merupakan sejenis bahan filem tipis hibrid yang terdiri daripada gabungan grafin dan karbon amorfus. Batasan kristal di pinggir kristal grafin yang konduktif terdiri daripada karbon amorfus yang mempunyai rintangan elektrik tinggi. Kesannya, kekonduksian keseluruhan filem akan menurun. Apabila filem NCG terdedah kepada larutan ionik, ion-ion yang terserap ke atas filem NCG akan menjadikan laluan konduktif bersifat rintangan rendah. Kesannya, rintangan keseluruhan filem NCG akan menurun apabila kepekatan ion di sekeliling filem ditingkatkan.</p> <p>Filem tipis NCG yang digunakan dalam kajian ini diperbuat menggunakan kaedah pemendapan wap kimia yang dipertingkatkan dengan plasma (merujuk kepada <i>Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition</i>, <i>PECVD</i>). Kaedah ini, yang diperbaharui di universiti kami, membolehkan sintesis filem tipis NCG diatas substrat silikon dioksida tanpa bahan pemangkin. Justeru, filem tipis NCG ini dapat difabrikasi pada suhu yang lebih rendah, jika dibandingkan dengan filem tipis NCG</p>
--	--

	yang dibuat oleh kumpulan penyelidik yang lain. Secara keseluruhannya, filem tipis NCG yang dihasilkan dalam kajian ini mampu sesuai dijadikan bahan utama dalam penghasilan peranti pengesan untuk mengesan kepekatan ion di tapak pertanian dengan kadar segera tanpa perlu membawa sampel ke makmal untuk proses ujikaji yang lebih lama.
<b>11.</b>	<p><b>Ringkasan Penyelidikan:</b></p> <p>Potensi keberkesanan bahan termaju NCG yang disintesis menggunakan kaedah PECVD untuk mengesan perubahan kepekatan ion yang terkandung di dalam garam terlarut amonium seperti amonium nitrat dan amonium sulfat dalam larutan akueus dibuktikan. Keputusan positif ini telah diterima pakai dimana ia menunjukkan suatu garis lurus dalam pengurangan rintangan hasil daripada peningkatan kepekatan ion apabila diuji dengan larutan akueus dari 0.01 hingga 2.0 molar. Hasil penyelidikan ini menunjukkan prospek aplikasi sistem pengesanan ion berasaskan bahan termaju NCG untuk pemantauan tanah pertanian mampu mengurangkan tempoh pengesanan kepekatan ion sekitar 2 saat. Sistem ini berpotensi untuk dikomersialkan sebagai alat pengesanan kepekatan ion untuk pengembangan idea dalam pembangunan pertanian IoT kelak.</p>

## 12. Metodologi Penelitian:

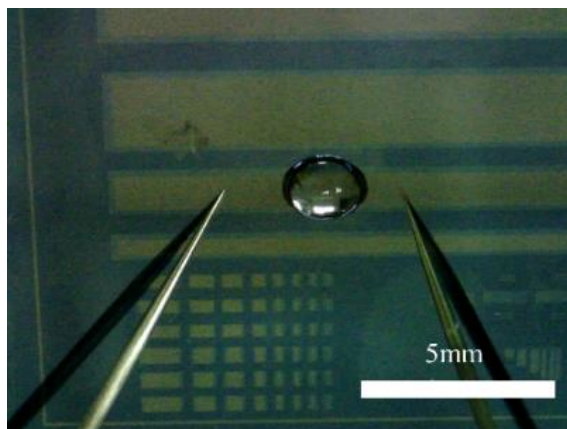
### Proses fabrikasi sistem pengesanan kepekatan ion berasaskan bahan termaju NCG:



**Gambarajah 1: Proses pembuatan sistem pengesanan kepekatan ion berasaskan bahan termaju NCG.**

Prototaip sistem pengesanan kepekatan ion berasaskan bahan termaju NCG difabrikasi dengan memendapkan filem tipis NCG secara langsung di atas substrat silikon dioksida (jenis p) tanpa bahan pemangkin menggunakan teknik PECVD. Sebagai proses fabrikasi, relau PECVD dipanaskan sehingga suhu mencapai 850 °C dalam keadaan vakum atau kedap. Kemudian, gas campuran  $\text{CH}_4$  /  $\text{H}_2$  sebanyak 75/60 sccm disalurkan ke dalam ruang relau PECVD. Selepas itu, plasma ion dihasilkan pada frekuensi 13.56 MHz dengan kuasa frekuensi radio (merujuk kepada *radio frequency, RF*) sebanyak 100 W. Tekanan di dalam ruang relau PECVD dikekalkan pada 1500 mTorr sehingga proses pemendapan filem tipis NCG terbentuk selesai.

### Proses pencirian dan ujikaji terhadap sistem pengesanan kepekatan ion berasaskan bahan termaju NCG:

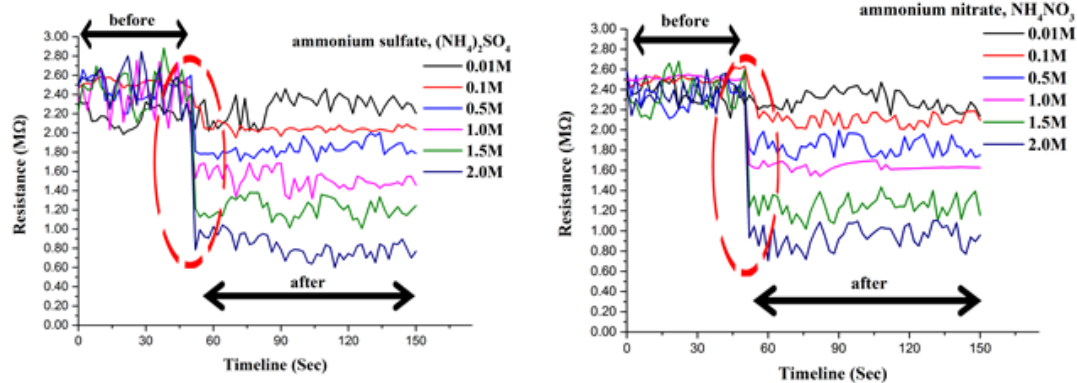


**Gambarajah 2: Pengukuran rintangan elektrik dengan menggunakan jarum tungsten.**

	<p>Larutan garam ammonium sulfat, <math>(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4</math> dan ammonium nitrat, <math>\text{NH}_4\text{NO}_3</math> dengan kepekatan 0.01, 0.1, 0.5, 1.0, 1.5, dan 2.0M disediakan. Ammonium nitrat dan ammonium sulfat biasanya digunakan dalam baja bukan organik. Oleh itu ia merupakan suatu titik permulaan yang baik untuk ujian pengesanan kepekatan ion di peringkat makmal. Larutan tersebut kemudian di titiskan pada isipadu tetap sebanyak 0.5 <math>\mu\text{L}</math> ke atas jalur filem tipis NCG menggunakan pipet mikro.</p> <p>Rintangan elektrik jalur sensor diukur dengan menggunakan pengukuran rintangan kalibrasi 2-titik, dengan jarak jarum tungsten pada 5 mm. Pengukuran rintangan elektrik dibuat menggunakan alat multimeter ketepatan tinggi Keithley 2100. Ukuran rintangan dicatat setiap 2 saat dalam tempoh 150 saat. Titisan larutan garam ditambah pada saat ke-50 untuk setiap ulangan pengukuran. Sensor juga dibersihkan secara teliti dengan air sulingan bebas ion selepas setiap langkah pencirian.</p>
--	--

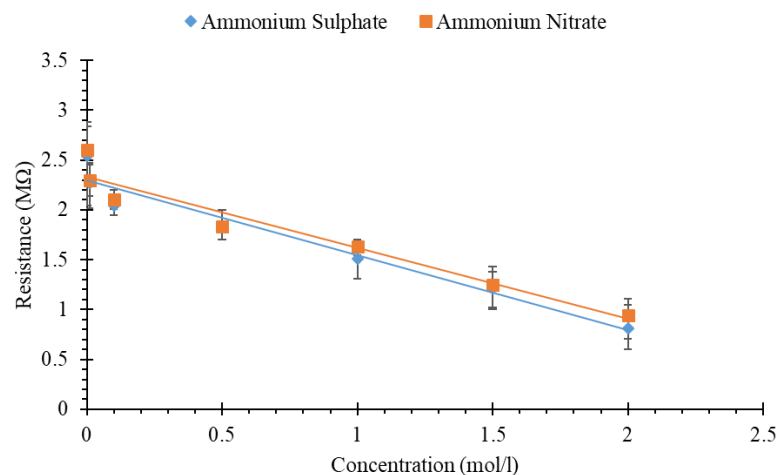


### 13. Keputusan Penyelidikan:



**Gambarajah 3: Rintangan elektrik sistem pengesanan kepekatan ion berasaskan bahan termaju NCG selepas terdedah terhadap larutan garam ammonium sebagai fungsi masa**

Sistem pengesanan kepekatan ion berasaskan bahan termaju NCG mengalami penurunan rintangan elektrik secara mendadak dari garis dasar apabila larutan ionik dititikan ke permukaan sensor. Masa tindak balas sensor GKN adalah kurang daripada 2 saat, iaitu masa yang diambil untuk ukuran rintangan elektrik. Selepas dibersihkan dengan air sulingan tanpa ion, nilai rintangan pengesanan kepekatan ion berasaskan bahan termaju NCG akan kembali ke nilai asal.



**Rajah 4: Perubahan Ringtangan Elektrik NCG yang didedahkan kepada larutan ionik**

Sensor ini mengalami perubahan rintangan elektrik yang ketara apabila terdedah kepada larutan ionik. Perubahan yang dialami oleh sensor ini menunjukkan gerakbalas linear. sistem pengesanan kepekatan ion berasaskan bahan termaju NCG ini juga bersifat stabil, dan dapat digunakan berulang kali.

13.	<p><b>Kesimpulan:</b></p> <p>Secara keseluruhan, sistem pengesan kepekatan ion berasaskan bahan termaju NCG ini berpotensi untuk digunakan dalam sistem pertanian pintar yang boleh mempertingkatkan daya pengeluaran industri pertanian negara. Oleh kerana daya pengesanan kepekatan ion NCG bersifat pasif, ianya dapat mengesan kepekatan ion tanpa penggunaan kuasa yang tinggi. Oleh itu, sensor ini amat sesuai untuk dijadikan alat pengesan dalam pembangunan pertanian IoT. Pada masa hadapan, sistem pengesan kepekatan ion berasaskan bahan termaju NCG ini boleh digunakan dengan sistem kuasa rendah, seperti tenaga solar, untuk menyambungkan secara terus dari tapak pertanian ke jaringan perkakas pintar.</p>								
14.	<p><b>Tema Penyelidikan:</b></p> <table border="0"> <tr> <td>- Tenaga dan Alam Sekitar</td> <td>✓ Elektronik dan Sistem</td> </tr> <tr> <td>- Penjagaan Kesihatan dan Perubatan</td> <td>- Lain-lain: _____</td> </tr> <tr> <td>✓ Pertanian dan Makanan</td> <td>_____</td> </tr> </table>	- Tenaga dan Alam Sekitar	✓ Elektronik dan Sistem	- Penjagaan Kesihatan dan Perubatan	- Lain-lain: _____	✓ Pertanian dan Makanan	_____		
- Tenaga dan Alam Sekitar	✓ Elektronik dan Sistem								
- Penjagaan Kesihatan dan Perubatan	- Lain-lain: _____								
✓ Pertanian dan Makanan	_____								
15.	<p><b>Kumpulan Sasaran Penyelidikan:</b></p> <table border="0"> <tr> <td>✓ Awam</td> <td>- Orang Kurang Berkemampuan</td> </tr> <tr> <td>- Kanak-Kanak</td> <td>- Wanita</td> </tr> <tr> <td>- Remaja</td> <td>✓ Lain-Lain: Golongan yang terlibat dalam sektor pertanian</td> </tr> <tr> <td>- Warga Emas</td> <td></td> </tr> </table>	✓ Awam	- Orang Kurang Berkemampuan	- Kanak-Kanak	- Wanita	- Remaja	✓ Lain-Lain: Golongan yang terlibat dalam sektor pertanian	- Warga Emas	
✓ Awam	- Orang Kurang Berkemampuan								
- Kanak-Kanak	- Wanita								
- Remaja	✓ Lain-Lain: Golongan yang terlibat dalam sektor pertanian								
- Warga Emas									

**16. Faedah Penyelidikan Kepada Masyarakat & Negara:**

Penyelidikan ini bertujuan untuk menghasilkan teknologi sensor yang baru untuk kegunaan pertanian. Sektor pertanian merupakan sektor yang ketiga dalam sumbangan GDP negara (DOSM, 2018). Sektor ini mengalami kadar pertumbuhan sebanyak 2.8% pada Q1, 2018. Oleh sedemikian, penambahbaikan daya pengeluaran di sektor ini dapat menyumbangkan kepada pembangunan negara. Selain daripada itu, teknologi sedemikian pun boleh digunakan untuk membantu negara-negara lain yang mengalami kekurangan makanan akibat tuaian yang tidak baik. Jikalau konsentrasi ionik tanah pertanian dipantau secara berterusan, petani akan dapat menganggarkan jumlah air yang diperlukan, dan jumlah baja yang diperlukan dengan lebih efisien. Justeru, teknologi elektronik IoT dengan penggunaan bahan baru, seperti GKN, akan memberi banyak manfaat kepada pembangunan negara kita, dari segi pendapatan, dan juga pengetahuan.

<b>17.</b>	<p><b>Bolehkah Penyelidikan/ Penemuan anda diterima sebagai satu Inovasi.</b></p> <p><b>Jika Ya, jelaskan:</b></p> <p>Ya, hasil penyelidikan ini berpotensi untuk dikomersialkan, hasil cetusan idea sektor pertanian perlu bergerak seiring dengan pemeraksanaan teknologi dan inovasi. Walaupun sistem ini masih lagi berada dalam tahap penyelidikan, namun hasil penelitian yang dihasilkan daripada penyelidikan amat memberangsangkan. Kesimpulannya, prototaip pembangunan sistem pengesan kepekatan baja pertanian berasaskan bahan termaju kristal nano grafin yang pertama bakal digunakan dalam sektor pertanian pintar akan datang bakal memberi manfaat kepada semua pihak.</p>
------------	--

**PENGESAHAN PESERTA**

.....  
Tandatangan Peserta

.....  
Tarikh

**PENGESAHAN INSTITUSI:**

Saya dengan ini mengesahkan bahawa butiran adalah benar. Penyelidikan yang disertakan dengan borang ini adalah karya asli dan pihak penganjur berhak menarik balik penyertaan sekiranya maklumat yang diberikan adalah tidak benar.

Nama & Tandatangan Ketua Jabatan/ Penyelia:

Cop Rasmi Asal beserta Jawatan:

*\*Sila lengkapkan borang ini dengan jelas dan terang. Kegagalan mengisi borang pencalonan dengan betul serta kegagalan mematuhi syarat-syarat pencalonan boleh menyebabkan penyertaan TERBATAL.*