

OPTIMASI DESAIN SISTEM KONTROL 'OUTWERE' HAMA WERENG COKELAT MENGUNAKAN GELOMBANG ULTRASONIK

Optimization of 'OutWere' Control System Design of Brown Planthopper Using Ultrasonic Waves

Shoffin Nahwa Utama¹, Haris Setyaningrum²

^{1,2}Universitas Darussalam Gontor

JL Raya Siman km 6, Ponorogo - Jawa Timur, Indonesia

Telp. (0352) 483762 , Faks. (0352) 483762

E-mail: shoffin@unida.gontor.ac.id

(Makalah diterima, 07 Desember 2019 – Disetujui, 08 Juni 2020)

ABSTRAK

Pengendalian hama wereng menggunakan berbasis teknologi ramah lingkungan merupakan hal sangat berperan penting dalam menjaga melestarian dan menyelamatkan ekosistem dari bahaya cemaran bahan kimia yang meracuni tanaman dan makhluk hidup lainnya. Salah satu teknologi yang mampu dapat mempengaruhi perilaku hama wereng adalah gelombang ultrasonik. HC-SR04 merupakan perangkat yang menghasilkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kKHz. Penelitian pengendalian hama wereng menggunakan teknologi gelombang ultrasonik masih terbatas. Penelitian ini lanjutan dari penelitian sebelumnya yang bertujuan untuk memperbaiki desain dan areal jangkauan gelombang ultrasonik menggunakan HC-SR04 dengan frekuensi 40 kKHz. Uji coba desain sistem yang telah dilakukan diperoleh hasil menunjukkan semua fungsionalitas sistem bekerja dengan baik, Adan areal yang dapat dijangkau outwere seluas mencakup radius 6.000 cm²(meter persegi). Hasil uji pHama wengaruh gelombang ultrasonik terhadap wereng coklat yang didapatkan bahwa pada menit awal terkena gelombang ultrasonik pada menit awal, wereng bergerak aktif seperti terusik dan menjauh dari pusat gelombang., setelah Setelah 15 menit kemudian, wereng menjadi pasif dan tidak bergerak.

Kata kunci: wereng coklat, pengendalian, HC-SR04,ultrasonik, HC-SR04

ABSTRACT

Planthopper pest control based on environmentally friendly technology plays an essential role in preserving and saving ecosystems from chemical contamination that poison plants and other living things. One of the technologies that can affect the behavior of planthoppers is ultrasonic waves. HC-SR04 is a device that generates ultrasonic waves with a frequency of 40 kHz. Planthopper control research using ultrasonic wave technology is still limited. This study is a continuation of previous research aiming to improve the design and coverage area of ultrasonic waves using HC-SR04 with a 40 kHz frequency. The system design trial showed that all system functionality was working well, and the area that could be reached 'outwere' covered a radius of 6,000 c m². 15 minutes later, the planthopper is passive and does not move.

Key words: planthopper, control, ultrasonic, HC-SR04

PENDAHULUAN

Hama wereng cokelat (*Nilaparvata lugens Stal*) termasuk ordo Homoptera yang ditemukan oleh Stal sejak 1854. Wereng cokelat berkembang biak secara seksual. Telur hama tanaman padi ini biasanya diletakkan di atas pelepah daun. Jika populasinya tinggi, telur diletakkan pada ujung pelepah daun dan tulang daun. Telur ditempatkan secara berkelompok, satu kelompok telur terdiri atas 3-21 telur. Seekor wereng betina dapat menghasilkan 100-500 telur. Hama ini mampu hidup pada suhu 25°C hingga berumur 30 hari (Okorie, Okareh, Adeleke, Falade, & Ademowo, 2015). Wereng cokelat tersebar luas di wilayah Palaeartik (China, Jepang, dan Korea)(Ardiwinnata, Ramdhani, & Sunarya, 2014).

Pengendalian hama wereng secara kimiawi merupakan cara yang umum dilakukan petani dengan segala risikonya. Dampak penggunaan pestisida secara berlebihan dapat mencemari air dan tanah, merusak ekosistem lahan basah, dan mempengaruhi kandungan zat pada beras. Dampak penting lainnya adalah dapat meracuni manusia. Oleh karena itu perlu terobosan baru pengendalian. Pemanfaatan gelombang ultrasonik menggunakan mikrokontroler dan HC-SR04 diharapkan dapat mengusir hama wereng.

Wereng cokelat sebagai golongan insect yang mampu mendengarkan suara di atas ambang rata-rata pendengaran manusia, lebih dari 20 kHz. Pancaran gelombang ultrasonik pada kisaran 30-100 kHz akan mengganggu fungsi antena wereng yang berfungsi sebagai penerima rangsangan. Pada saat gelombang ultrasonik dipancarkan, indera hama wereng tersebut akan mengenali suara yang ditimbulkan gelombang sebagai ancaman. Jika terus menerus berada dalam pusran gelombang ultrasonik, wereng tidak nyaman sehingga menjauh (Mansyur, Rianti, & Setiawan, 2009).

Terdapat beberapa penelitian yang terkait dengan transmisi gelombang ultrasonik pada wereng. Penelitian Kailas *et al.* (2015) mentransmisikan gelombang frekuensi dari 1 kHz hingga 100 kHz pada wereng. Kesimpulan penelitian, hama wereng menjauh dari areal

gelombang. (Telaumbanua *et al.*, 2018)mentransmisikan gelombang dengan frekuensi 20-62 kHz. Perlakuan ini mempengaruhi perilaku hama wereng pada gelombang frekuensi ≥ 40 KHz. Mentransmisikan gelombang pada frekuensi 40 kHz selama 180 menit menyebabkan hama wereng mati.

Penelitian terdahulu banyak membahas frekuensi ultrasonik dan akibat yang ditimbulkan setelah wereng terkena gelombang tersebut. Pada penelitian ini digunakan perangkat sensor HC-SR04 yang relatif murah dan banyak beredar di pasaran untuk dibuat desain fabrikasi dan diketahui optimasi radius jangkauannya.

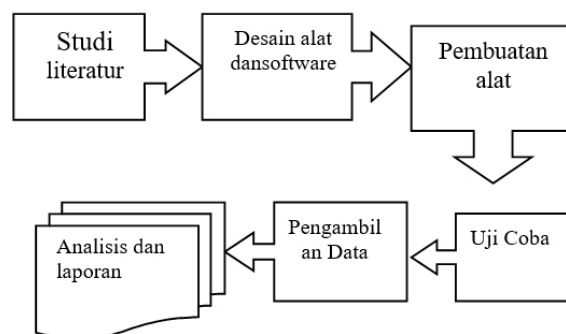
BAHAN DAN METODE

Penelitian menggunakan metode pengembangan atau *research and development* (R & D). Metode ini adalah metode penelitian untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2015). Secara garis besar, alur aplikasi *outwere* untuk pengendalian wereng dan deteksi luas serangan pada ruangan menggunakan arduino dan ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 1.

Kegiatan utama pada penelitian ini adalah: Pertama, studi literatur untuk mempelajari penelitian dan artikel terkait. Kedua, mendesain alat dan *software* sesuai dengan literatur yang ada. Ketiga, pembuatan alat *outwere* sesuai dengan desain yang telah dirancang. Keempat, uji coba fungsionalitas dan jangkauan ultrasonik. Kelima, mengambil data hasil uji fungsionalitas alat. Keenam, analisis data dan pembuatan laporan penelitian.

Alat dan Bahan

Struktur perangkat sistem pengendalian hama wereng (*outwere*) menggunakan tiga komponen utama, yaitu arduino uno (Gambar 2), ultrasonik HC-SR04 (Gambar 3), dan LCD 16x2. Arduino uno R3 merupakan perangkat keras yang siap digunakan dengan modul mikrokontroler ATMEGA328 dan perangkat lunak IDE yang siap diprogram sehingga mudah digunakan.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Mikrokontroler terdiri atas CPU, memori, dan I/O yang dapat dikontrol dengan memasukkan kode program. I/O juga dikenal sebagai GPIO (*General-Purpose Input Output Pin*). Artinya, pin dapat diprogram sebagai input atau *output* sesuai kebutuhan. Bahan lain yang digunakan meliputi kabel jumper, akrilik, lem tembak, solder, timah, dan adaptor 5 volt.

HC-SR04 merupakan sensor yang menghasilkan gelombang ultrasonik dan memiliki dua bagian utama, yaitu perangkat pemancar gelombang ultrasonik (N1076) dan perangkat penerima gelombang ultrasonik (N1081). Perangkat pemancar memancarkan sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz dan perangkat penerima menangkap frekuensi 40 kHz yang dipantulkan (Latha, Murthy, & Kumar, 2016). Pada Gambar 4 dapat dilihat perbandingan antara sudut pantulan dan jarak pada sensor ultrasonik HC-SR04 (Arasada & Suprianto, 2017).

Prinsip kerja sensor ini adalah transmitter mengirimkan gelombang ultrasonik, lalu diukur dengan waktu yang

dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari obyek. Lamanya waktu yang dibutuhkan sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan obyek, sehingga jarak sensor dengan obyek dapat ditentukan dengan persamaan:

$$S = \frac{v.t}{2} \quad (1)$$

S = jarak (meter)

v = kecepatan suara (344 m/detik)

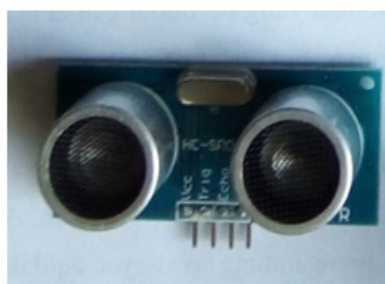
T = waktu tempuh (detik)

Desain Alat *Outwere*

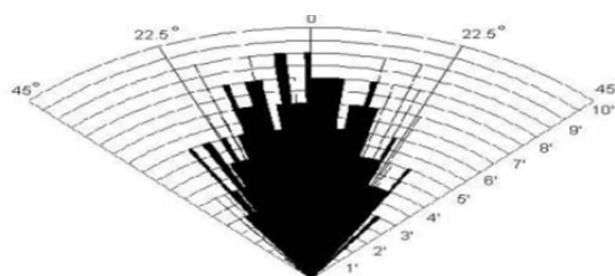
Desain alat *outwere* dibuat dengan memperhatikan kepraktisan dan efisiensi biaya. Kebutuhan daya untuk operasionalisasi alat dengan tegangan 5 volt. *Outwere* menggunakan empat buah HC-SR04, dirangkai dengan arduino guna membaca lebar pulse width modulation



Gambar 2. Arduino uno R3



Gambar 3. Sensor ultrasonik HC-SR04



Gambar 4. Perbandingan sudut pancar dan pantul

(PWM) untuk perhitungan luas areal yang dihasilkan dari pancaran gelombang ultrasonik. LCD terhubung ke arduino untuk menampilkan informasi luas areal. Desain rangkaian dapat dilihat pada Gambar 5.

Dari rangkaian pada Gambar 5 kemudian dibuat sebuah alat *outwere* yang didesain secara khusus untuk mengcover areal dalam radius 3600 seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Sesuai dengan desain sistem, komponen dirangkai menjadi alat yang diberi nama *outwere* (Gambar 7).

Hasil tampilan *outwere* bagian atas dapat dilihat pada Gambar 8. Terdapat port power 5-9 volt, port USB data sebagai tempat upload program dan LCD 16x2 yang menampilkan data.

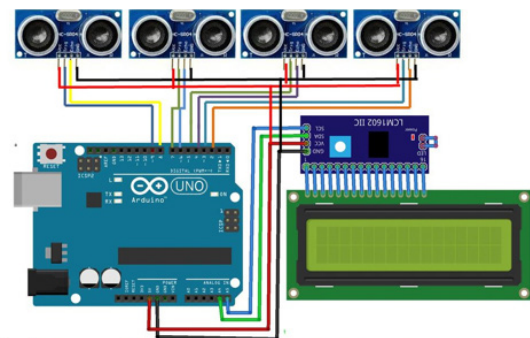
Desain Mini Green House

Guna memudahkan pengamatan pada uji coba *outwere* ultrasonik terhadap perilaku wereng cokelat dibuat desain mini green house menggunakan bahan akrilik dengan panjang 120 cm, lebar 50 cm, dan tinggi 30 cm. Hasil desain mini green house dapat dilihat pada Gambar 9.

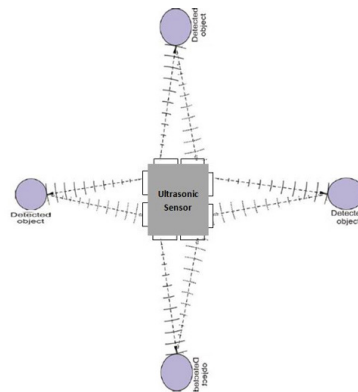
HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Software dan Fungsionalitas

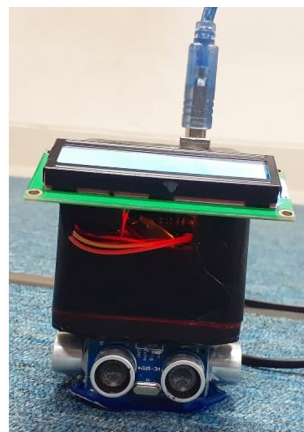
Pengujian *software* beserta fungsionalitasnya menggunakan metode *blackbox*. Mulai dari kode



Gambar 5. Desain rangkaian *outwere*



Gambar 6. Desain empat sisi HC-SR04



Gambar 7. *Outwere* tampak samping

program diuji dengan mengunggah sket program yang berisi kode *software* ke mikrokontroler. Hasil pengujian menunjukkan program berjalan dengan baik tanpa kesalahan. Perangkat LCD berfungsi baik dengan menampilkan pesan selamat datang dengan lampu latar biru. Pada HC-SR04 diberikan pulsa 10uS sebagai *input* pemicu gelombang, sehingga modul akan mengirimkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz dan menerima pantulan dari gelombang tersebut. Kemudian dihitung jarak menggunakan persamaan 1 yang ditampilkan pada layer LCD. Hasil uji coba menunjukkan setiap perangkat *outwere* bekerja dengan baik (Tabel 1).

Uji Jangkauan Ultrasonik

Uji coba jangkauan gelombang ultrasonik dilakukan

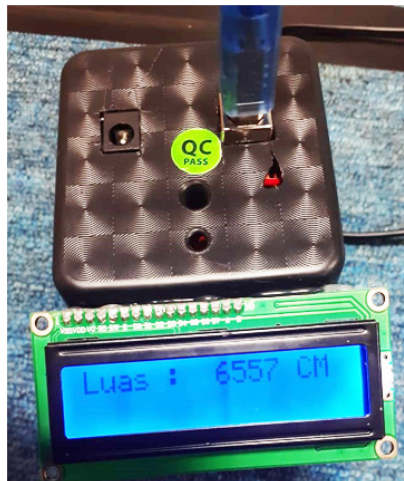
dengan membandingkan hasil perhitungan *outwere* dan luas areal sebenarnya dihitung secara manual.

Perhitungan jarak pada sistem *outwere* menggunakan prinsip menemukan jarak melalui gelombang ultrasonik yang dipancarkan dan diterima lagi. Sensor ultrasonik yang dipasang di empat sisi dapat digunakan untuk menentukan areal yang bisa dijangkau gelombang ultrasonik. Rumus yang digunakan untuk perhitungan areal dalam sistem ini adalah:

$$L = (p1 + p2 + 6) * (l1 + l2 + 6) \quad (1)$$

$p1$, $p2$ adalah nilai panjang dua pengukuran sensor ultrasonik pada dua sisi berlawanan.

$l1$, $l2$ adalah nilai lebar pengukuran sensor ultrasonik pada dua sisi berlawanan.



Gambar 8. *Outwere* tampak atas



Gambar 9. Mini *green house* dari akrilik

Tabel 1. Hasil uji fungsionalitas

No	Perangkat	Uji coba	Hasil
1	Mikrokontroler	Upload and run program	Berjalan
2	LCD	Menampilkan informasi	Berjalan
3	HC-SR04	Ping gelombang ultrasonik	Berjalan

Posisi dua sensor yang berlawanan memiliki jarak 6 cm, panjang dan lebar ditambahkan ke nilai 6 cm (Utama, Setyaningrum, Sholeh, & Taufiqurrahman, 2019). Hasil uji coba perhitungan luas areal gelombang pada penelitian tahap pertama telah dipublikasikan. Hasil uji menunjukkan gelombang ultrasonik *outwere* dapat menjangkau areal dalam radius 6.000 cm² meskipun data perhitungan luas dari *outwere* berbeda dengan data luas yang sebenarnya. Nilai relatif *error* dari hasil percobaan berkisar antara 3,4-9,27% . Hasil uji luas *outwere* dapat dilihat pada Tabel 2.

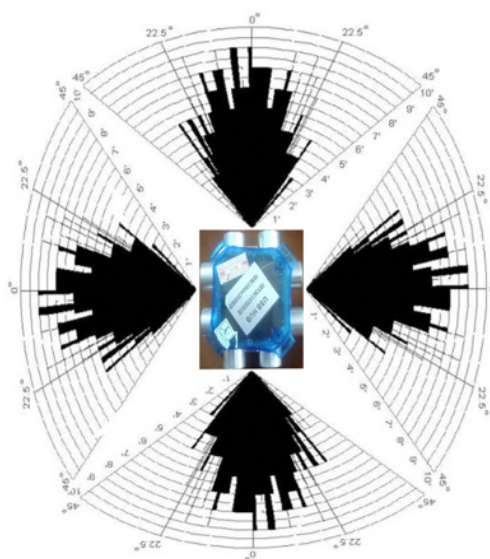
Uji jangkauan dilakukan untuk mengetahui akurasi luas areal yang dapat dijangkau oleh gelombang ultrasonik. HC-SR04 dirancang dengan dua komponen *transmitter* dan *receiver* sehingga dapat diketahui jauh gelombang ultrasonik.

Sudut pancaran dan pantulan gelombang ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 10. Data sudut pantul didapat dari data satu HC-SR04 (Arasada & Suprianto, 2017).

Dari Gambar 10 dapat dilihat bagian bagian sudut yang tidak terkena pancaran dan pantulan gelombang, sehingga menjadi catatan pada uji coba pada hama wereng.

Tabel 2. Hasil uji jangkauan gelombang ultrasonik

Jarak aktual (cm ²)	Sensing areal (cm ²)	Absolut <i>error</i> (cm ²)	Rata-rata absolut <i>error</i> (cm ²)	Rata-rata relatif <i>error</i> (%)
400	420	20		
400	400	0	13,4	3,4
400	420	20		
2.500	2.652	152		
2.500	2.756	256	204	8,16
2.500	2.704	204		
4.000	4.264	264		
4.000	4.335	335	396,3	9,9
4.000	4.590	590		
6.000	6.448	448		
6.000	6.875	875	556	9,27
6.000	6.375	375		



Gambar 10. Sudut pantul gelombang ultrasonik HC-SR04

Uji Ultrasonik terhadap Wereng

Pengujian terhadap hama wereng dilakukan dengan menempatkan sampel yang telah menempel pada potongan daun ke dalam mini *green house* sebagai tempat tes. Ambang ekonomi wereng cokelat adalah 15 ekor per rumpun padi. Jika jumlah wereng mencapai 15 ekor per rumpun pada saat tanaman padi berumur satu bulan, maka dalam waktu 10 hari tanaman akan puso.

Apabila menggunakan sistem tanam jajar legowo, jumlah pertanaman setiap 1 m² adalah 14 rumpun (Karokaro, Pemmy, Rogi, & Runtuuwu, 2015). Jumlah wereng di tempat uji 154 ekor. Wereng ditempatkan di depan sumber gelombang ultrasonik dari *outwere*. Setelah hama wereng cokelat ditempatkan pada posisi yang ideal kemudian menunggu waktu 5 menit setelah mayoritas wereng tidak bergerak, lalu gelombang ultrasonik ditransmisikan.

Hasil pengamatan menunjukkan perilaku wereng setelah *outwere* ultrasonik dinyalakan adalah: (1) Pada 15 menit awal sekitar 60% wereng bergerak, merayap dan terbang berpindah tempat, bergerak memutar, atau hanya menggerakkan sayap. (2) Setelah 30 menit, lebih 80% wereng diam tidak bergerak.

Respon hama wereng cokelat terhadap gelombang ultrasonik dibagi menjadi tiga kategori. Kategori pertama diam, setelah transmisi gelombang dijalankan maka wereng tidak bergerak dan tidak terpengaruh sama sekali. Kategori kedua bergerak ditempat, pada saat gelombang ditransmisikan wereng bergerak walaupun hanya menggerakkan sayap, atau memutar tubuh tetapi tidak berpindah tempat. Kategori ketiga berpindah tempat, ketika ultrasonik ditransmisikan wereng berpindah tempat dengan terbang atau hanya bergeser.

KESIMPULAN

Luas areal yang terpapar gelombang ultrasonik HC-SR04 tidak murni dalam radius 6.000 cm². Terdapat beberapa sudut yang tidak tercover pancaran atau pantulan gelombang ultrasonik. Penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada penggunaan transduser ultrasonik berdaya lebih besar dengan menempatkan alat yang bisa lebih baik dalam menjangkau wereng.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Kementerian Riset,

Teknologi, dan Pendidikan Tinggi. Terima kasih disampaikan kepada rekan-rekan dari Universitas Darussalam Gontor, yang telah memberikan wawasan dan keahlian dalam pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Arasada, B., & Suprianto, B. (2017). Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno Bakhtiyar Arasada Bambang Suprianto. *Jurnal Teknik Elektro, Volume 06* (Nomor 2), 137–145.
- Ardiwinnata, D., Ramdhani, M., & Sunarya, U. (2014). Perancangan dan realisasi alat pengusir nyamuk menggunakan frekuensi ultrasonik berbasis mikrokontroler. *Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan*, 1–6.
- Kailas, K. N., S, B. P., & Namdev, K. K. (2015). Development Performance And Evaluation Of Ultrasonic Pest And Insect. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 3(2), 19–25.
- Karokaro, S., Pemmy, T., Rogi, J. E. X., & Runtuuwu, D. S. (2015). PENGATURAN JARAK TANAM PADI (ORYZA SATIVAL.) PADA SISTEM TANAM JAJAR LEGOWO SETTING. *Cocos*, 6 (nomor 16), 212–214.
- Latha, N. A., Murthy, B. R., & Kumar, K. B. (2016). Distance Sensing with Ultrasonic Sensor and Arduino. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 2(5), 1–5.
- Mansyur, M., Rianti, E. D. D., & Setiawan, H. (2009). Optimasi Frekuensi dan Dosis Paparan Gelombang Ultrasonik Untuk Membunuh Jentik Nyamuk. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma*.
- Okorie, P. ., Okareh, O. ., Adeleke, O., Falade, C. O., & Ademowo, O. . (2015). Effects of an in-built ultrasonic device on *Anopheles gambiae* s.l mosquitoes in an indoor environment. *International Research Journal of Engineering Science, Technology and Innovation*, 4(January), 5–11. <https://doi.org/10.14303/irjesti.2015.074>
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kombinasi* (Mix Methods). Bandung: Alfabeta.
- Telaumbanua, M., Anggraini, R., Sasongko, F. I., Fitri, A., Sari, R. F. M., & Waluyo, S. (2018). Control System Design for Rat Pest Repellent in the Rice Field Using a Modified ATmega328 Microcontroller Modified with Ultrasonic Sound Wave. *International Journal of Engineering Inventions*, 7(8), 22–28.

Utama, S. N., Setyaningrum, H., Sholeh, B., & Taufiqurrahman. (2019). Design Tools for Controlling Brown Planthopper Pests Using Ultrasonic Waves. *Journal of Physics : Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1381/1/012057>