

RANCANG BANGUN SISTEM PANEN PROPOLIS OTOMATIS UNTUK SARANG LEBAH *MODULAR TRIGONA HIVE* BERBASIS RASPBERRY PI DAN KOMUNIKASI SMS

Nur Wisma Nugraha, S.T., M.T.¹, Hadi Supriyanto, S.T., M.T.²,
Muhammad Naufal Aziz Syahmenan³

¹Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, POLMAN Bandung, 40135
E-mail : nurwismanugraha@gmail.com, nur_wisma@polman-bandung.ac.id

²Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, POLMAN Bandung, 40135
E-mail : hadi_s@polman-bandung.ac.id

³Jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur, Konsentrasi Teknik Elektromekanik, POLMAN Bandung, 40135
E-mail: muhammadnaufalazizsyahmenan@hotmail.com

ABSTRAK

Penelitian di bidang budidaya lebah *Trigona Spp* ini mengembangkan sensor untuk membaca kondisi propolis pada ram kawat sarang, konstruksi mekanik untuk mengganti *frame* propolis, dan komunikasi antara sistem dan pengguna.

Bahasa program menggunakan Arduino dan python. *Input* berupa tegangan dari 6 buah sensor reflektif inframerah TCRT5000 yang mendeteksi perubahan refleksi cahaya inframerah yang dipantulkan oleh ram kawat pada frame. Aktuatornya motor servo DC 180° untuk mengganti frame propolis yang sudah penuh, komunikasi data antara perangkat *master* dan *slave* menggunakan komunikasi I2C. Antarmuka sistem dengan pengguna berbasis SMS dengan USB modem 3G.

Uji coba respon sensor menggunakan media plastisin memiliki persentase keberhasilan 85.7%. Pengamatan selama 12 hari di situs pertanian Cibeusi, desa Cileunyi Wetan menunjukkan pembacaan kondisi frame dapat dilakukan pagi dan setelah matahari terbenam. *Daylight blocking filter* yang terpasang pada sensor TCRT5000 tidak bekerja efektif, sehingga gangguan cahaya menyebabkan *output* sensor reflektif inframerah saturasi rata-rata dari pukul 11:00 hingga 14:00. Pengamatan tren produksi propolis menunjukkan sebuah pola bahwa lebah mengisi propolis dari pinggir menuju tengah, dengan durasi pengisian 10 - 16 jam. Sistem mampu mengendalikan 2 buah sarang menggunakan komunikasi data I2C. Konstruksi mekanik berhasil mengganti *frame* sarang MOTIVE. Antarmuka SMS merespon dalam durasi rata-rata 31.692 detik.

Kata kunci: MOTIVE, propolis, panen otomatis, I2C, antarmuka SMS.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan obat herbal dan tren kembali ke alam (back to nature) menjadi hal yang jamak ditemukan di masyarakat. Berdasarkan pantauan [1], pasar obat herbal global terus meningkat. Indonesia sendiri merupakan salah satu negara dengan potensi pasar obat herbal yang besar, dengan pasar obat herbal pada 2005 hanya sebesar Rp 5 triliun, naik pada 2006 menjadi Rp 7 triliun dan melonjak pada 2012 sebesar Rp 13 triliun. Pasar yang besar ini memungkinkan produk kesehatan berbasis herbal patut dikomersialkan. Salah satu jenis obat herbal adalah propolis. Pangsa pasar propolis di dunia diperkirakan meningkat dari 2.300 ton pada tahun 2015 menjadi 2.900 ton pada tahun 2021

[2].

Propolis merupakan cairan dari resin pohon yang digunakan dan diolah melalui konversi oleh lebah untuk melindungi sarangnya yang berlubang-lubang [3]. Propolis bersifat antibakteri, antifungi dan antioksidan sehingga secara alami digunakan untuk melindungi sarang dari bakteri, jamur maupun predator yang mungkin menyerang sarang. Sifat propolis ini yang dimanfaatkan untuk pembuatan obat herbal. Berdasarkan Castaldo dan Capasso (2002)[4], propolis memiliki lebih dari 180 senyawa yang telah diidentifikasi sebagai senyawa penyusun propolis. Apabila difokuskan pada produksi propolis, terdapat lebah *Trigona laeviceps* yang menghasilkan propolis relatif

lebih banyak dibandingkan genus Apis. Perbedaan morfologi dari Apis dan Trigona adalah ketiadaan sengat pada genus Trigona. Trigona laeviceps juga dapat dibudidayakan seperti halnya Apis, mengingat modal yang dibutuhkan tidak besar dan nilai jual propolis yang tinggi [5].

Kebanyakan dari senyawa pada propolis merupakan flavonoid yang telah diketahui bersifat antimikroba. Kandungan propolis yang kaya akan senyawa flavonoid ini membuat usaha produksi skala massal pada propolis layak dilakukan, mengingat kebutuhan pasar Indonesia akan propolis terus meningkat [6]. Akan tetapi, kebanyakan petani penghasil propolis hanya memanfaatkan sarangnya secara alami untuk kemudian dirusak dan diambil madu, propolis, royal jelly, dan bee wax. Hal ini dapat berakibat setiap panen diharuskan membuat sarang lebah baru untuk kemudian dirusak lagi, sehingga produksi propolis massal yang berkelanjutan menjadi sulit untuk diwujudkan. Nilai produktivitas propolis yang rendah saat ditanam di sarang konvensional sebesar 18,5 gram/koloni/tahun [7] menjadi hal yang semestinya dapat dioptimalkan lebih lanjut. MOTIVE atau Modular Trigona Hive merupakan inovasi sarang lebah untuk mengoptimalkan produktivitas propolis. Kunci inovasi pada MOTIVE adalah adanya frame kawat yang berlubang-lubang. Lebah akan mengisi lubang-lubang tersebut dengan propolis, dan frame tersebut yang akan dipanen oleh petani, sehingga tidak perlu membongkar sarang. Inovasi ini dapat dikembangkan lebih lanjut melalui rancang bangun suatu sistem instrumentasi. Sistem instrumentasi berupa pemantauan pada sarang lebah sudah banyak dilakukan pada lebah madu (*Apis sp*) sedangkan untuk lebah tanpa sengat seperti Trigona sp. contoh penerapan sistem instrumentasi pada sarang lebah berupa pengamatan temperatur dan kelembapan untuk menentukan kondisi kesehatan koloni di dalam sarang [8]. Pada penelitian ini, Sarang MOTIVE dipilih untuk dikembangkan karena memiliki kandungan flavonoid tertinggi, yang mencapai 14,3 mg QE/gram, dibandingkan dengan sarang bambu yang memiliki kandungan flavonoid 2 mg QE/gram [9]. Studi kelayakan dari sistem instrumentasi dilakukan agar didapat sensor, modifikasi sensor, perancangan aktuator, dan pembuatan program yang sesuai dengan kebutuhan serta tidak mengganggu aktivitas lebah. Sistem instrumentasi ini digunakan untuk pengamatan kondisi frame propolis pada sarang lebah Trigona laeviceps yang berubah seiring waktu sehingga dapat diketahui tren produksi

propolis yang dilakukan oleh lebah, waktu produksi yang dibutuhkan untuk lebah agar selesai bekerja mengisi propolis pada lubang ram kawat frame, dan percobaan penggantian frame dari jarak jauh berbasis komunikasi SMS.

2. PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian-penelitian terdahulu berfokus pada peningkatan hasil produk, yaitu berhasil meningkatkan produksi propolis dengan menggunakan sarang modular. Namun belum ada penelitian yang membuat sistem panen otomatis untuk produk lebah yang mampu dikendalikan dari jarak jauh. Kendali jarak jauh ini akan sangat bermanfaat untuk petani dalam pengendalian sistem, mengambil data monitor, dan panen propolis yang dilakukannya.

Oleh karena itu fokus penelitian yang akan dilakukan adalah membuat sistem panen otomatis dengan komunikasi SMS, dilengkapi dengan perintah monitor dan perintah panen sehingga akan membantu para petani dalam meningkatkan skala produksi propolisnya.

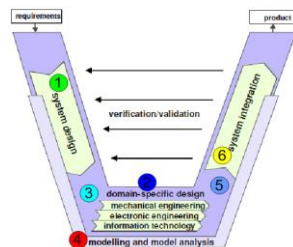
3. METODOLOGI PENELITIAN

Perangkat penggerak frame untuk panen terdiri dari motor servo, *Servo horn* yang dimodifikasi untuk dipasang pada frame, dan beberapa komponen pengikat seperti sekrup mur, baut, dan ring. Motor servo berfungsi sebagai penggerak frame yang akan mengganti frame yang sudah terisi penuh dengan frame baru yang masih kosong yang terdapat pada sisi yang berlawanan. Motor servo yang digunakan adalah motor servo yang bergerak 180 derajat. Motor servo digerakkan oleh perangkat mikrokontroler Arduino Nano melalui perintah yang disampaikan menggunakan komunikasi I2C dari perangkat Raspberry Pi.

Untuk mengetahui apakah frame sudah dalam kondisi siap panen atau belum, digunakan sensor inframerah TCRT5000 yang pada dasarnya merupakan sensor reflektif yang terdiri dari LED inframerah dan Photodiode inframerah. Keluaran dari sensor ini berupa sinyal analog yang sensitivitasnya diatur menggunakan resistor. Sinyal ini kemudian masuk ke Arduino Nano untuk kemudian dibaca dan dibandingkan dengan referensi yang sudah diatur pada program. Jika Arduino Nano membaca bahwa sinyal dari sensor sudah sesuai dengan referensi yang menyatakan bahwa frame propolis sudah penuh, maka Arduino Nano akan mengirimkan sinyal yang menyatakan bahwa frame propolis siap dipanen kepada Raspberry Pi.

Raspberry Pi berperan sebagai perangkat utama yang mengendalikan servo melalui Arduino Nano, mengendalikan komunikasi SMS dengan pengguna menggunakan modem 3G Huawei model E173, serta program untuk memonitor perkembangan propolis pada frame secara berkala. Raspberry Pi diatur agar selalu dalam posisi *standby* 24 jam sehingga dapat memproses SMS dari pengguna secara langsung. Perintah SMS yang dapat diterima pada dasarnya ada 2, yaitu perintah monitor dan perintah panen.

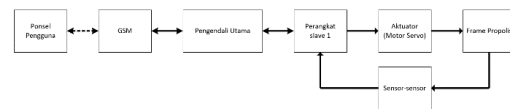
Perancangan sistem ini menggunakan metode VDI 2206 sebagai acuan untuk mengintegrasikan sistem kendali, mekanik, elektrik, dan informatik. VDI 2206 ini ditujukan sebagai pedoman dalam desain sistem untuk mekatronika. Gambar 1 ini adalah V-model dari VDI 2206. V-model dimulai dari *product requirements* yaitu tuntutan dari sistem yang akan dibuat. Tahap berikutnya adalah *analysis raw design*. Pada tahap ini dijelaskan rancangan umum sistem sampai komponen yang akan dipilih. Tahap selanjutnya adalah *domain specific design*. Pada tahap ini integrasi sistem dideskripsikan dalam bentuk *modelling* seperti *flowchart*, blok diagram yang dapat memberikan penjelasan hubungan antar sistem. Selanjutnya adalah tahap *integration validation verification*. Pada tahap ini akan dilakukan implementasi terhadap rancangan yang dibuat sehingga didapatkan produk.



Gambar 1 Penerapan model VDI 2206 [10]

3.1 Konsep Perancangan Sistem

Tujuan dari pembuatan konsep ini ialah untuk memperjelas kebutuhan dari sistem dan sebagai gambaran hal-hal apa yang harus diperhatikan pada sistem yang diinginkan. Beberapa tuntutan kerja yang harus dipenuhi dalam proses perancangan dapat dilihat pada Tabel 1. Daftar spesifikasi ini menjadi acuan dalam pemilihan komponen yang digunakan. Gambaran sistem secara umum ditunjukkan pada Gambar 2



Gambar 2 Gambaran umum sistem

3.2 Peralihan ke Domain Desain Spesifik

Setelah melakukan sub proses pada perancangan sistem, selanjutnya ialah melakukan proses peralihan pada cabang domain sistem. Proses peralihan ini bertujuan untuk menghubungkan domain dari perancangan ke desain spesifik dari sistem. Selain itu, proses peralihan ini juga bertujuan sebagai fase rancangan alat dari hasil pemilihan varian solusi permasalahan sistem dalam pembuatan rancangan awal hasil dari tahapan sebelumnya.

3.2 Domain Desain Spesifik

Pada tahapan ini dilakukan verifikasi dan validasi mengenai rancangan dengan melakukan pengujian sistem. Jika terdapat perubahan atau konsep yang lebih spesifik maka dilakukan proses perancangan kembali yang tetap akan mengacu pada daftar spesifikasi sistem.

Verifikasi dan validasi sistem dilakukan mengacu pada daftar tuntutan dan spesifikasi yang telah ditentukan. Proses ini dilakukan secara terus-menerus sesuai dengan perkembangan dan kemajuan sistem.

Tabel 1 Tuntutan kerja.

No.	Tujuan	Spesifikasi
1.	Sistem Mekanik	Sederhana
		Prototipe dibuat dapat digunakan untuk sarang MOTIVE
		Modular
		Mudah dalam pembuatan dan perakitan
2.	Sistem Elektrik	Komponen elektrik sederhana dan mudah ditemukan di pasaran
		Tingkat kompleksitas rangkaian elektrik seminimal mungkin
		Terjangkau
		Mudah dalam instalasi
		Efektif dan efisien dalam penggunaannya
4.	sistem informasi	Algoritma program sederhana dan mudah dalam pembuatan
		Mudah dipahami oleh pengguna
		Mudah digunakan
		Memberikan respon melalui pesan SMS
5.	Fungsi	Sistem dapat memonitor dan mengganti frame propolis melalui pesan SMS
6.	Proses	Mudah dalam pengoperasian
		Sistem bekerja dalam dua mode, otomatis dan disupervisi
		Pembacaan kondisi frame propolis oleh sensor reflektif inframerah, penggantian frame propolis oleh motor servo DC sebagai aktuator, pemantauan sistem dengan komunikasi pesan SMS

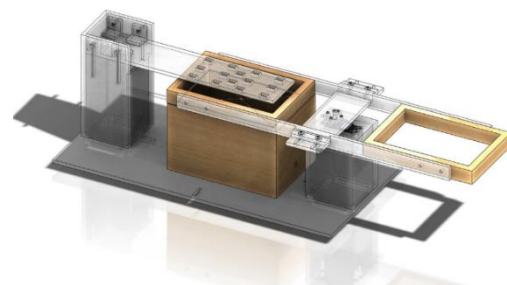
3.3 Peralihan Domain Desain Spesifik ke Integrasi Sistem

Fase ini merupakan fase peralihan dari domain desain spesifik menuju ke fase integrasi sistem. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 fase ini merupakan instalasi sistem yang di dalamnya terdapat korelasi antara sub sistem dalam satu domain. Proses dimulai dengan instalasi sensor inframerah, serta instalasi motor servo dan frame yang dipasang, dan instalasi program untuk komunikasi pengguna dengan sistem.

3.5 Integrasi Sistem

Pada sub proses ini merupakan tahapan terakhir dari proses perancangan sistem yaitu integrasi

sistem. Proses ini merupakan gabungan dari semua domain sistem. Tiap domain ini terbentuk dari perangkat-perangkat yang telah terinstalasi pada tahapan sebelumnya. Verifikasi sistem tetap dilakukan mengingat proses perancangan ini mengacu pada daftar tuntutan dan spesifikasi untuk bagian utama. Setelah proses ini dilakukan maka akan dilakukan tahap pengujian sistem secara keseluruhan sebagai perbandingan antara rencana sistem dan aktual sistem. Tampilan sistem ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Sistem yang telah dibuat

4. HASIL DAN ANALISIS

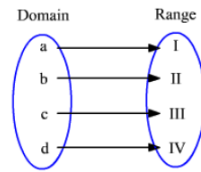
Pengujian sensor

Pengujian menggunakan *dummy* frame propolis yang terbuat dari plastisin yang ditempelkan kepada ram kawat pada dasarnya digunakan untuk menguji respon dari sensor tersebut. Plastisin digunakan karena sifatnya yang mudah dibentuk ulang dan mampu lengket kepada ram kawat pada frame propolis, serta warnanya yang cenderung mendekati warna propolis yang dihasilkan di kawasan Cibeusi. Sensor diletakkan sedekat mungkin menghadap ram kawat agar pembacaan sensor mendapat hasil maksimal.

Dummy propolis digambarkan seperti pada Tabel 2.

Cara kerja sensor

Sensor dirancang untuk membaca perubahan refleksi cahaya dari ram kawat dalam bentuk tegangan. Penggolongan menggunakan teknik *value mapping*, contohnya pada Gambar 4, yang menghubungkan nilai domain dengan nilai range[11].



Gambar 4 Value mapping menghubungkan nilai domain dan nilai range.

Dengan menggunakan teknik value mapping, nilai tegangan yang diberikan oleh sensor dirata-ratakan dan di *mapping* sehingga dihasilkan hubungan seperti pada Tabel 3.

Tabel 2 hubungan nilai analog, nilai tegangan, dan range.






























Nilai analog (domain)	Nilai tegangan (Volt)	Nilai range
1 – 319	0.004 - 1.559	0
320 – 479	1.56 – 2.341	1
480 – 639	.346 – 3.123	2
640 – 799	3.128 – 3.905	3
800 – 959	3.920 – 4.687	4

Variabel sensor yang diamati adalah tegangan, dimana pada kasus ini menunjukkan perubahan refleksi cahaya yang diterima oleh phototransistor, dalam hal ini diwakilkan dalam besaran desimal 0-1023, yang merupakan hasil pembacaan ADC Arduino nano yang memiliki resolusi 10 bit. Ram kawat dicat hitam untuk mengurangi refleksi cahaya yang dihasilkan jika ram kawat dibiarkan berwarna metalik. Perbedaan antara ram kawat hitam dan metalik dibahas di akhir. Nilai range digunakan untuk menggolongkan kondisi ram kawat, dengan hubungan seperti pada Tabel 4.

Tabel 3 Hubungan nilai range dan penggolongan kondisi.

Nilai range	Diterjemahkan sebagai kondisi
0	Kosong
1	Terisi ¼
2	Terisi ½
3	Terisi ¾
4	Terisi penuh

Tabel 4 Bentuk dummy propolis untuk menguji respon sensor

Frame Uji.	Bentuk frame	Frame Uji.	Bentuk frame	Frame Uji.	Bentuk Frame
1		11		21	
2		12		22	
3		13		23	
4		14		24	
5		15		25	
6		16		26	
7		17		27	
8		18		28	
9		19		29	
10		20			

Pengujian 1-9

Pada pengujian bentuk frame 1 - 9, *dummy* memiliki dimensi 5,5 x 5,5 cm (luas permukaan

$\pm 30 \text{ cm}^2$) diletakkan pada variasi lokasi, dimulai dari masing-masing pinggir sudut, pinggir tengah, dan tengah. Sensor merespon dengan menyatakan bahwa bentuk *dummy* berada didalam nilai rata-rata dari golongan 1, dengan nilai tegangan terendah 326.67 (1.59 Volt) dan tertinggi 470 (2.29 Volt) .

Pengujian 10-17

Pada pengujian bentuk frame 10 - 17, *dummy* menutupi setengah bagian dari ram kawat, dalam hal ini memiliki dimensi 14 x 4,5 cm dan 9 x 7,5 cm (luas permukaan $\pm 60 \text{ cm}^2$) yang dibentuk sedemikian rupa, dimulai dari kedua variasi dengan pembagian di sisi vertikal, kedua variasi dengan pembagian horizontal, dan kedua variasi dengan pembagian diagonal. Sensor merespon dengan menyatakan bahwa bentuk *dummy* berada didalam nilai rata-rata dari golongan 2, dengan nilai tegangan terendah 497 (2.43 Volt) dan tertinggi 637.83 (3.11 Volt) .

Pengujian 18-22

Pada pengujian bentuk frame 18 – 22, *dummy* menutupi tiga perempat bagian dari ram kawat, dalam hal ini memiliki luas permukaan $\pm 90,2 \text{ cm}^2$ yang dibentuk sedemikian rupa mengikuti kebalikan dari bentuk pengujian respon dengan frame 1 hingga 9. Pada bentuk frame 18 – 22, sensor merespon dengan menyatakan bahwa bentuk *dummy* berada didalam nilai rata-rata dari golongan 3, dengan nilai tegangan terendah 730 (3.56 Volt) dan tertinggi 781 (3.82 Volt).

Pengujian 23-24

Pada pengujian bentuk frame 23 dan 24, *dummy* menutupi seluruh permukaan ram kawat. Sensor merespon dengan menggolongkan kondisi frame kedalam kondisi 4 dengan nilai terendah 818 (3.99 Volt) dan tertinggi 861 (4.21 Volt).

Pengujian 25-27

Pengujian frame 25-27 frame dengan ram kawat hitam tidak memiliki *dummy* yang menutupi permukaan, pembacaan terendah pada pengujian adalah 177,5 (0.86 Volt) dan tertinggi adalah 208 (1.02 Volt).

Pengujian 28-31

Pada bentuk frame 28 – 31, sensor merespon dengan menyatakan bahwa bentuk *dummy* berada dalam nilai rata-rata golong 2, dengan nilai terendah 542 (2.64 Volt) dan tertinggi 576 (2.82 Volt). Hal tersebut disebabkan karena pada *dummy* yang dibentuk untuk pengujian 28-31, selalu terdapat 2 sensor yang tidak membaca *dummy* pada ram kawat sehingga sensor

menggolongkan kondisi tersebut sebagai golongan 2.

Pengujian 32

Pada pengujian 32, *dummy* dengan ram kawat metalik tidak memiliki *dummy* yang menutupi permukaan. Sensor menggolongkan pembacaan refleksi ke golongan 4 dengan nilai tegangan rata-rata 951 (4.64 Volt).

Dari pengamatan ini, didapatkan kecenderungan sebagai berikut :

1. Respon sensor terhadap frame uji 1-24 sesuai harapan, dimana sensor menggolongkan kondisi-kondisi frame uji sesuai dengan luas permukaan yang menutupinya.
2. Respon sensor terhadap frame uji 25-27 tidak sesuai harapan, karena sensor menggolongkan frame uji yang seharusnya digolongkan sebagai kondisi 3, namun terbaca sebagai kondisi 2.
3. Pembacaan frame tanpa *dummy* dengan ram kawat hitam (nomor uji 25-27) dan ram kawat metalik (nomor uji 32) terlihat sangat kontras berbeda, dimana pada ram kawat metalik tegangan rata-rata output sensor menunjukkan angka 951 (4.64 Volt) yang menunjukkan bahwa warna metalik dari ram kawat memantulkan cahaya inframerah sedemikian rupa, sehingga ram kawat metalik tidak dapat digunakan di lapangan, sehingga ram kawat hitam menjadi pilihan untuk pengamatan di lapangan.

Pengujian komunikasi SMS

Data yang dikirimkan oleh ponsel pengguna adalah data *string* yang berupa teks pada pesan SMS. Pesan yang diterima ini kemudian diproses oleh sistem mulai dari proses pengenalan *string* hingga eksekusi dan pembalasan pesan SMS.

Pesan yang dikenali oleh sistem ada beberapa jenis, diantaranya :

1. Monitor.
2. Laporan kondisi.
3. Ganti mode.
4. Panen.

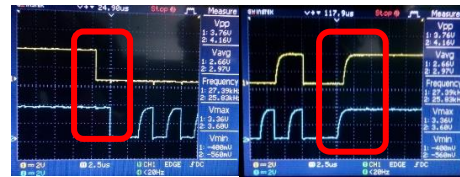
Data yang berhasil dihimpun selama pengujian adalah seperti pada tabel 5 yang menampilkan isi pesan SMS yang dikirim, pesan SMS balasan yang diterima dari sistem, waktu pengiriman SMS, waktu penerimaan SMS balasan, durasi jeda waktu antara SMS yang dikirim dan yang diterima kembali.

Maka didapatkan durasi rata-rata yang dibutuhkan oleh sistem untuk melakukan proses penerimaan pesan SMS, pelaksanaan proses,

mengirimkan pesan SMS jawaban/notifikasi, hingga diterima kembali di ponsel pengguna adalah 31.692 detik.

Pengujian komunikasi I2C

Data yang dikirimkan oleh *Raspberry* ke *Arduino* adalah data flag atau tanda untuk *Arduino* agar melaksanakan tugasnya. Proses komunikasi data harus mengikuti prosedur komunikasi *I2C*, dimana perubahan sinyal *SDA* saat kondisi *rising* atau *falling* hanya boleh terjadi ketika sinyal *SCL* dalam keadaan rendah. Jika tidak, maka *master* akan menganggap adanya sinyal *START* atau *STOP* dan data yang diterima oleh *slave* akan menjadi tidak valid. Gambar 5 menunjukkan hasil pengukuran yang dilakukan terhadap *SDA* dan *SCL* menggunakan osciloskop saat kondisi *START* dan *STOP*.



Gambar 5 (kiri) Sinyal *START* (kanan) Sinyal *STOP*

Hasil pengukuran diatas tidak menunjukkan adanya kesalahan pada pengkondisian *START* yaitu ketika sinyal *SDA* mengalami *falling* dan sinyal *SCL* sedang “*HIGH*”. Dan pengkondisian *STOP* yaitu saat ketika sinyal *SDA* mengalami *rising* saat *SCL* sedang “*HIGH*”. Setelah sinyal *START* diberikan oleh *master*, data alamat tujuan kemudian akan dikirimkan ke semua *slave*.

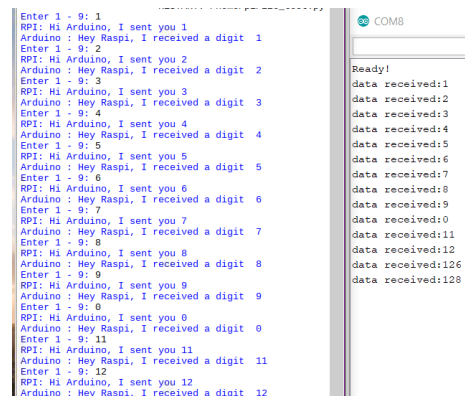
Tabel 5 Data pengujian antarmuka SMS

Urutan pengujian	SMS yang dikirim	SMS yang diterima	Waktu kirim	Waktu terima	Durasi (Detik)
1	Monitor sarang	Frame masih kosong	19:41:30	19:41:58	28
2	Monitor sarang	Frame sudah terisi setengah	19:48:04	19:49:41	37.01
3	Monitor sarang	Frame baru terisi 1/4	19:52:00	19:52:23	23.88
4	Monitor sarang	Frame sudah terisi 3/4	19:57:41	19:58:21	40.63
5	Lapor kondisi	Perintah tidak valid	20:01:41	20:02:32	51.8
6	Laporkan kondisi	Mode : <i>automatic</i> , Frame : terisi setengah	20:04:15	20:04:30	15.97
7	Mode <i>automatic</i>	mode <i>automatic</i> sudah menyala	20:12:40	20:13:15	35.41
8	Mode <i>supervised</i>	Berganti ke mode <i>supervised</i>	20:26:33	20:26:50	17.63
9	Mode <i>automatic</i>	Berganti ke mode <i>automatic</i>	20:31:06	20:31:42	36.28
10	Panen sarang	Frame belum siap dipanen	20:33:01	20:33:31	30.31

Setelah *slave* mengirimkan sinyal *acknowledge* sebagai tanda bahwa alamat yang dituju benar, *master* akan mengirim data ke *slave*. Setelah pengiriman selesai, sinyal *acknowledge* akan dikirimkan lagi, lalu *master* akan menutup *bus I2C* [12]. Berikut adalah sinyal yang berisikan data yang ditunjukkan oleh Gambar 6.



Gambar 6 (kiri) sinyal berisi alamat yang dituju (kanan) konten yang dikirim



Gambar 7 Komunikasi antara *Raspberry Pi* dan *Arduino*

Ketika sinyal *SDA* berubah, kondisi *SCL* sedang dalam keadaan “*LOW*”, sehingga data yang diterima oleh *slave (Arduino)* merupakan data yang valid. Gambar 22 menunjukkan bahwa data yang diterima *Arduino* sudah sesuai dengan data yang dikirim oleh *Raspberry*.

Dari Gambar 7, didapat hubungan seperti yang ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6 Data komunikasi I2C

No.	Data dikirim dari master -> slave	Data diterima slave	Data dikirim dari slave -> master
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12

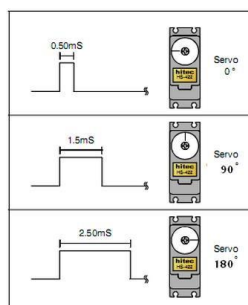
Gambar 7 tidak hanya menunjukkan data yang dikirim telah berhasil diterima oleh *Arduino*, namun juga *Arduino* berhasil mengirimkan kembali data yang diterima tanpa ada masalah.

Pengujian motor servo

Pada penelitian ini motor servo yang digunakan adalah motor servo TowerPro MG995 yang memiliki putaran sudut sebesar 180°.

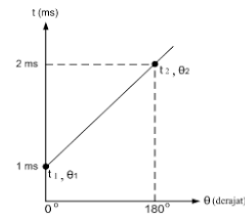
Motor servo akan bergerak secara baik jika kaki keluarannya diberikan sinyal PWM dengan frekuensi 50Hz. Motor servo digerakkan oleh sebuah pulsa ± 20ms, lebar pulsa antara 0,5ms dan 2,5ms menyatakan awal dan akhir dari *range* sudut maksimum. Berikut adalah bentuk pulsa yang harus diberikan pada motor servo dapat dilihat pada Gambar 4.

Motor servo pada Gambar 8 apabila diberikan durasi pulsa *high* sebesar 1,5ms maka *horn* dari motor servo akan bergerak 90° (*center*), durasi pulsa *high* kurang dari 1,5ms maka *horn* dari motor servo akan bergerak mendekati 0°, dan jika durasi pulsa *high* lebih dari 1,5ms maka *horn* dari motor servo akan bergerak mendekati 180°. Nilai pulsa diatas tidak mutlak dikarenakan setiap motor servo memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Hubungan antara sudut motor servo dengan durasi pulsa *high* berbanding lurus atau linear.



Gambar 8 Pergerakan motor servo terhadap perubahan lebar pulsa

Gambar 9 menunjukkan hubungan antara sudut dan durasi pulsa *high* motor servo:



Gambar 9 Hubungan antara sudut dan durasi pulsa *High* pada motor servo

Dari Gambar 9 terlihat hubungan antara sudut motor servo dengan durasi pulsa *high* adalah berbanding lurus atau linear, untuk menentukan besarnya durasi pulsa *high* terhadap sudut motor servo bisa menggunakan persamaan garis lurus [13].

$$\frac{t - t_1}{t_2 - t_1} = \frac{\theta - \theta_1}{\theta_2 - \theta_1}$$

Gambar 10 Persamaan garis lurus [13]

Keterangan:

- t = durasi pulsa *high* sudut yang diinginkan (ms)
- t1 = durasi pulsa *high* untuk sudut awal (ms)
- t2 = durasi pulsa *high* untuk sudut akhir (ms)
- θ = Sudut yang diinginkan (derajat)
- θ1 = Sudut awal (derajat)
- θ2 = Sudut akhir (derajat)

Contoh perhitungan disajikan pada Gambar 11. Jika sudut yang diinginkan 90° maka:

$$\begin{aligned} \frac{t - 0,8ms}{2,2ms - 0,8ms} &= \frac{90 - 0}{180 - 0} \\ \frac{t - 0,8ms}{1,4ms} &= \frac{90}{180} \\ t &= \frac{1 \times 1,4ms}{2} + 0,8ms \\ t &= 1,5ms \end{aligned}$$

Gambar 11 Contoh perhitungan 1

Rangkaian pengendali motor servo memeriksa pulsa yang masuk tiap 20.000 μs. Panjang pulsa akan menentukan seberapa jauh motor akan berputar. Pada pulsa 1500 μs, motor servo akan berputar sejauh 90° posisi tengah). Jika pulsa lebih pendek dari 1500 μs, maka motor akan berputar lebih dekat ke 0°. Jika lebih panjang dari 1500 us, maka motor akan berputar mendekati 180°.

Berdasarkan teori sebelumnya, untuk membentuk sudut 0° maka servo diberi pulsa dengan lebar 1000 uS dan untuk membentuk sudut 180° maka servo harus diberi pulsa dengan lebar 2000 uS.

Tabel 7 merupakan hasil pengujian sinyal yang diberikan kepada motor servo di kaki kanan dan kaki kiri terhadap posisi sudut.

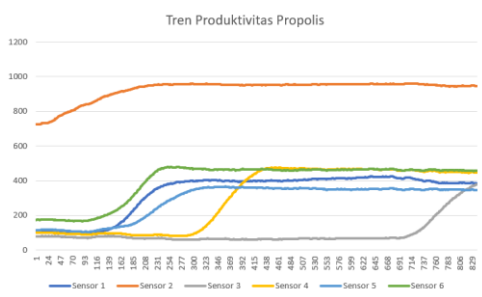
Tabel 7 Data pengujian servo

No	Lebar Pulsa (uS)	Sudut (°)
1	1250	30
2	1460	90
3	1900	120

Hasil Pengamatan Lapangan

Pengamatan pertama

Pada pengamatan pertama, didapatkan tren produksi propolis yang dideteksi sensor pada ram kawat seperti Gambar 12.



Gambar 12 Tren produksi propolis pertama

Ram kawat yang terisi propolis terlihat seperti pada Gambar 13. terlihat pada gambar kanan, propolis memiliki kontur menonjol karena permukaan tersebut merupakan permukaan yang dikerjakan oleh lebah. Pada gambar kiri, permukaan yang diamati sensor tidak terdapat bentuk kontur.



Gambar 13 (kiri) sisi atas frame, (kanan) sisi bawah

Pada pengamatan pertama, detail pengamatan yang terlihat adalah sebagai berikut:

- Lebah mengisi penuh ram kawat pada frame dalam durasi 16 Jam 39 Menit.
- Pembacaan sensor 2 terganggu oleh frame yang terlalu dekat dengan sensor, sehingga terlihat saturasi.
- Urutan daerah yang diisi propolis oleh lebah adalah sebagai berikut : sensor 6, 1, 5, 4, 3

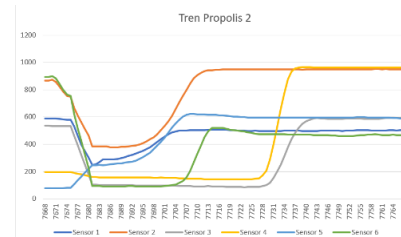
Pengamatan kedua

Pada pengamatan kedua, didapatkan tren produksi propolis yang dideteksi sensor pada ram kawat seperti Gambar 14. Ram kawat yang terisi propolis pada pengamatan kedua terlihat seperti pada Gambar 15. terlihat pada gambar kanan, propolis memiliki kontur menonjol

karena permukaan tersebut merupakan permukaan yang dikerjakan oleh lebah. Pada gambar kiri, permukaan yang diamati sensor tidak terdapat bentuk kontur.

Pada pengamatan kedua, detailnya sbb :

- Lebah mengisi penuh ram kawat pada frame dalam durasi 10 Jam 10 Menit.
- Urutan daerah yang diisi propolis oleh lebah adalah sebagai berikut : sensor 1, 5, 2, 6, 4, 3



Gambar 134 Tren produksi propolis kedua



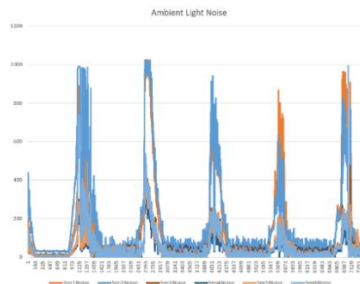
Gambar 145 (kiri) sisi atas frame, (kanan) sisi bawah

Dari data tren pengamatan pertama dan pengamatan kedua, didapatkan kecenderungan sebagai berikut :

- Lebah mengisi propolis dari pinggir ram kawat, dibuktikan dengan urutan pengisian pada pengamatan pertama dimulai dari wilayah sensor 6 menuju ke wilayah sensor 1. Dan pada pengamatan kedua urutan pengisian dimulai dari wilayah sensor 1 dan 5, kemudian ke wilayah sensor 2 dan 6.
- Bagian tengah ram kawat pada frame baru diisi setelah wilayah pinggir diisi, dibuktikan dengan pengamatan pertama dimana sensor 4 dan 3 terakhir diisi, dan pada pengamatan kedua dimana sensor 4 dan 3 juga diisi terakhir.
- Durasi yang dibutuhkan lebah untuk mengisi penuh ram kawat frame adalah 16 jam dan 10 jam.
- Sensor reflektif inframerah sangat sensitif terhadap perubahan posisi antara sensor dan ram kawat, terlihat dari perbedaan tegangan pada sensor dari pengamatan pertama dan pengamatan kedua.
- Tidak terdapat perubahan kontur pada sisi ram kawat yang diamati oleh sensor, sehingga pengamatan pada sisi tersebut dapat dilakukan tanpa terpengaruh oleh perubahan kontur seperti pada ram kawat yang menghadap kedalam sarang.

Tren ambient light noise pada sensor

Pada pengamatan pertama dan kedua, didapati gangguan cahaya yang tampak di dalam data, seperti pada Gambar 16.



Gambar 16 Ambient light noise yang ditangkap sensor

Pada penelitian ini, digunakan *daylight blocking filter*[14] yang sudah terpasang pada sensor TCRT5000 untuk digunakan sebagai penahan gangguan cahaya sekitar. Metode pengambilan data sensor yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan 2 tahap, dimana pada tahap kedua sensor menangkap data tegangan sensor tanpa menghidupkan LED inframerah sehingga data *noise* cahaya pada sensor dapat dilihat dan diamati. Terlihat pada Gambar 4.10 dimana pengamatan berlangsung selama 5 hari, terdapat 5 lonjakan tegangan hingga mencapai daerah saturasi. Lonjakan tegangan tersebut terlihat seperti pada Gambar 17.

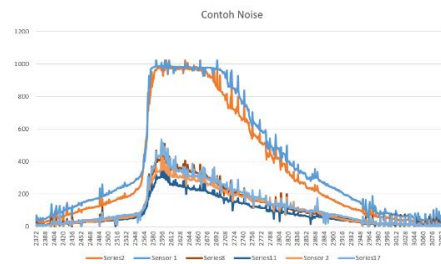
Dari pengamatan ini didapatkan kecenderungan sebagai berikut :

1. Gangguan cahaya sekitar mempengaruhi kinerja sensor.
2. *Daylight blocking filter* tidak dapat menahan cahaya sekitar dari mempengaruhi kinerja sensor.
3. Gangguan cahaya sekitar terhadap sensor terjadi kurang lebih dari pukul 7:00 hingga 18:00 WIB.
4. Lonjakan tegangan akibat gangguan cahaya sekitar pada sensor berbeda-beda pada setiap sensor.
5. Gangguan cahaya sekitar membuat sensor saturasi kurang lebih dari pukul 11:00 hingga 14:00.

Noise lain pada pembacaan sensor

Pada pengamatan di lapangan, juga didapat gangguan tegangan pada sensor seperti yang ditunjukkan pada Gambar 18.

Terlihat fluktuasi tegangan pada phototransistor 1, besaran fluktuasi adalah ± 0.244 Volt, mengacu pada jarak nilai analog dari ± 400 ke ± 450 .



Gambar 157 Contoh noise akibat cahaya sekitar



Gambar 168 Contoh fluktuasi pada data akibat noise

Adapun penyebab dari gangguan pada pembacaan ini ada beberapa faktor, diantaranya:

1. *Noise* dari LED.[15][16]
2. *Noise* dari phototransistor.[17]
3. *Noise* dari sirkuit yang buruk[19].
4. *Noise* yang dihasilkan karena *grounding* yang tidak sempurna[19].
5. *Noise* yang dihasilkan oleh ADC[20].
6. *Noise* yang dihasilkan karena kabel yang digunakan tidak dilapis, [19].
7. *Noise* yang dihasilkan dari komponen dengan komposisi karbon seperti resistor. [18].

5. KESIMPULAN

Sistem instrumentasi yang dikembangkan untuk panen propolis pada sarang MOTIVE berhasil dikembangkan dengan menggunakan sensor reflektif inframerah, motor servo DC, Arduino dan Raspberry Pi melalui komunikasi data I2C dan antarmuka SMS. Sensor pembaca kondisi propolis pada ram kawat berhasil dibuat menggunakan 6 buah sensor reflektif inframerah TCRT5000. Ram kawat yang digunakan adalah ram kawat hitam. Uji respon sensor menggunakan media plastisin berhasil membaca 24 dari 28 variasi lokasi (keberhasilan 85.7%). Terdapat area ram kawat yang tidak dapat dideteksi oleh sensor.

Sensor tidak dapat membaca perubahan kondisi pada ram kawat metalik. Pembacaan kondisi frame dapat dilakukan di pagi hari dan setelah matahari terbenam. *Daylight blocking filter* pada sensor tidak bekerja efektif pada sensor, menyebabkan gangguan pada sensor kurang lebih dari pukul 07:00 s.d 18:00, terjadi saturasi

tegangan di bagian phototransistor rata-rata dari pukul 11:00 s.d. 14:00. Terdapat perbedaan tegangan yang menunjukkan perbedaan intensitas refleksi cahaya pada pengujian respon sensor menggunakan *dummy*, propolis penelitian terdahulu, dan propolis pada pengamatan. Terdapat *noise* lain dalam data sensor yang disebabkan oleh faktor selain cahaya.

Tren produksi propolis pada pengamatan pertama dan kedua menunjukkan sebuah pola bahwa lebah mengisi propolis dari pinggir menuju tengah, dengan durasi pengisian 16 jam dan 10 jam. Sistem mampu mengendalikan dua buah sarang menggunakan komunikasi data I2C. Konstruksi mekanik dengan servo sebagai aktuator berhasil mengganti frame pada sarang MOTIVE. Antarmuka SMS merespon SMS dalam durasi rata-rata 31.692 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tren Back to Nature, Obat Herbal Makin Diminati. (20 Agustus 2013). Diterima dari <http://industri.bisnis.com/read/20130820/103/157793/javascript> pada tanggal 14 November 2017
- [2] Propolis Market size for propolis is about to grow at rate of 3.50%. (29 November 2017). Diterima dari <http://heraldkeeper.com/featured/propolis-market-size-propolis-grow-rate-3-50-37906.html>
- [3] Burdock, G.A. (1998). Review of the biological properties & toxicity of bee propolis (propolis). Food and Chemical Toxicology. [https://doi.org/10.1016/S0278-6915\(97\)00145-2](https://doi.org/10.1016/S0278-6915(97)00145-2)
- [4] Castaldo, S., & Capasso, F. (2002). Propolis, an old remedy used in modern medicine. Fitoterapia. [https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(02\)00185-5](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(02)00185-5)
- [5] Mahani, Karim A.R., Nurjanah N. (2011). Keajaiban Propolis Trigona. Jakarta:Pustaka Bunda.
- [6] Pujirahayu, N., Ritonga, H., & Usulinawaty, Z. (2014). Properties and flavonoids content in propolis of some extraction method of raw propolis. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 6(6), 338–340.
- [7] Salatnaya, H. (2012). Productivity of Trigona spp. as a Propolis Producer at Monoculture and Piculture Nutmeg Plantation in East Java. Tesis : IPB
- [8] Harun, A., Zaaba, S. K., Kamarudin, L. M., Zakaria, A., Farook, R. M., Ndzi, D. L., & Shakaff, A. Y. M. (2015). Stingless bee colony health sensing through integrated wireless system. J. Teknol.(Sci. Eng.), 77, 85-90.
- [9] Hakim, M.N., Produksi Propolis Dari Lebah Tetragnola Laeviceps Menggunakan Sarang MOTIVE Yang Dilengkapi Dengan Sistem Instrumentasi (Skripsi Sarjana). Institut Teknologi Bandung.
- [10] Gausemeier, Jürgen and Stefan Moehringer. (2003). *New Guideline VDI 2206 = A Flexible Procedure Model for Design of Mechatronics Systems*, International Conference on Engineering Design, ICED, Stockholm, Swedia.
- [11] Lang, S. (2013). Algebraic number theory (Vol. 110). Springer Science & Business Media.
- [12] Leens, F. (2009). An introduction to I 2 C and SPI protocols. *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, 12(1), 8-13.
- [13] Stroud, K. A., & Booth, D. J. (2013). *Engineering mathematics*. Macmillan International Higher Education.
- [14] Reflective Optical sensor with Transistor Output. TCRT5000, TCRT5000L. Rev. 1.7. Vishay Semiconductors. Aug. 2009.
- [15] Pei, Y., Zhu, S., Yang, H., Zhao, L., Yi, X., Wang, J. J., & Li, J. (2013). LED modulation characteristics in a visible-light communication system. *Optics & Photonics Journal*, 3(02), 139.
- [16] Matsumoto, Y., Wu, I., Gotoh, K., & Ishigami, S. (2015). Measurement and modeling of electromagnetic noise from LED light bulbs. *IEEE Electromagnetic Compatibility Magazine*, 2(4), 58-66.
- [17] De La Moneda, F. H., Chenette, E. R., & Van Der Ziel, A. (1971). Noise in phototransistors. *IEEE Transactions on Electron Devices*, 18(6), 340-346.
- [18] Mancini, R. (2003). *Op amps for everyone: design reference*. Newnes.
- [19] Paonessa, S. (2018). Reducing Signal Noise in Practice. [online] Predig.com. Available at: https://www.predig.com/sites/default/files/documents/whitepapers/Reducing_Signal_Noise.pdf [Accessed 17 Sep. 2018].
- [20] Analog.com. (2018). ADC Input Noise: The Good, The Bad, and The Ugly. Is No Noise Good Noise?. [online] Available at: <http://www.analog.com/media/en/analog-dialogue/volume-40/number-1/articles/adc-input-noise.pdf> [Accessed 17 Sep. 2018].