

## **Pembajaan secara kadar boleh ubah melalui kaedah *On-the-go* bagi padi**

(On-the-go variable rate fertilizing for paddy)

Badril Abu Bakar, Jusnaini Muslimin, Muhammad Naim Fadzli  
Abd. Rani, Mohd. Aafa Mhd. Bookeri, Mohd Zamri Khairi  
Abdullah dan Ramlan Ismail

### **Pengenalan**

Pertanian tepat menyediakan kaedah untuk menguruskan variabiliti di lapangan dengan menggunakan input di tempat, masa dan jumlah yang tepat. Dalam kes penggunaan baja, amalan biasa di Malaysia adalah menggunakan satu kadar pembajaan yang dibahagi kepada tiga hingga empat aplikasi sepanjang peringkat pertumbuhan tanaman. Kaedah aplikasi baja konvensional ini menganggap bahawa keadaan di ladang adalah seragam. Ini boleh menyebabkan pembaziran baja dan membahayakan alam sekitar. Sebaliknya, penggunaan baja dengan kadar boleh ubah mengambil kira variabiliti di petak sawah dan hanya menggunakan baja bergantung kepada keperluan nutrien tanaman.

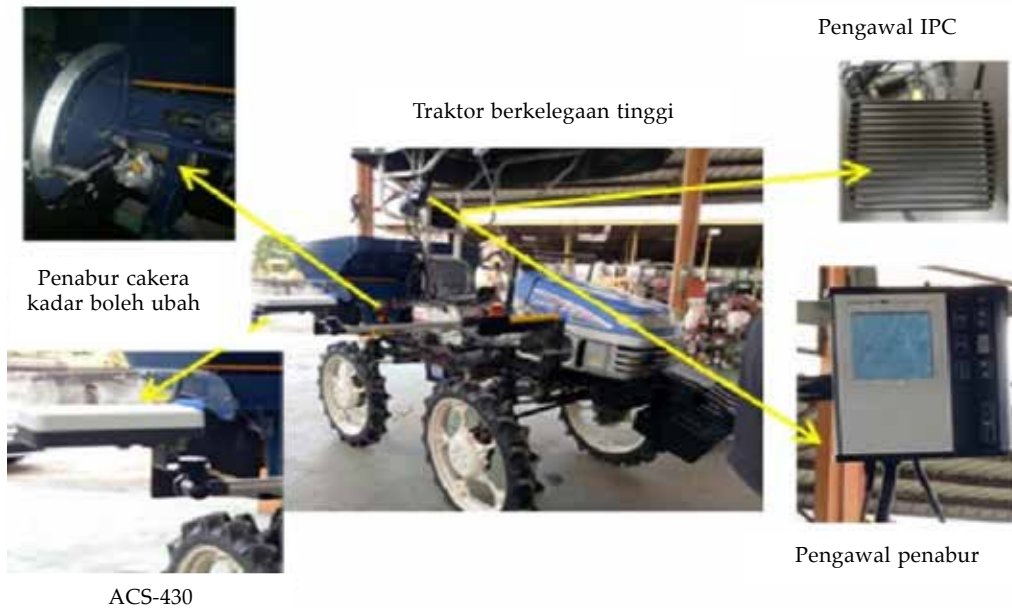
Pendekatan asas kaedah kadar boleh ubah adalah keupayaan untuk mengesan status tanah atau tanaman. Kaedah seperti pengesanan jarak jauh menggunakan satelit atau penyebaran gelombang mikro adalah dua contoh kaedah pengesanan. Penderia optik yang lebih dekat dengan tanah juga telah digunakan untuk menganggarkan nutrien tanah dan tanaman. Setakat ini, tidak ada sistem pembajaan secara kadar boleh ubah melalui kaedah “on-the-go” wujud di pasaran.

### **Sistem pembajaan kadar boleh ubah *On-the-go***

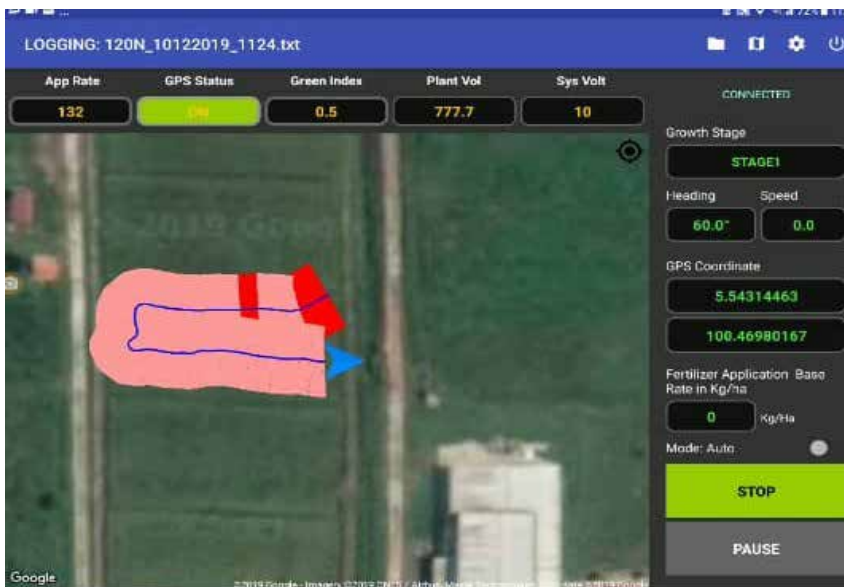
Model *Support Vector Machine* (SVM) diterapkan ke dalam sistem pembajaan secara kadar boleh ubah. Sistem yang dibangunkan membolehkan penaburan baja dilakukan sebaik sahaja status nutrien tanaman dikesan. Komponen sistem dijelaskan seperti di bawah.

### ***Spesifikasi alat***

Sistem ini terdiri daripada penggerak utama berkelegaan tinggi, aplikator kadar boleh ubah (Bogballe L1, Denmark), komputer mini tahan lasak (Compulab, IPC2, Israel) yang berfungsi sebagai pengawal sistem, penderia kanopi aktif, Crop Circle ACS-430 (Holland Scientific Inc., Lincoln, Nebraska, USA) dan perisian antara muka di telefon pintar atau tablet. *Gambar 1* menunjukkan persediaan perkakasan manakala *Gambar 2* menunjukkan perisian antara muka pengguna untuk mengawal sistem.



Gambar 1. Komponen sistem aplikasi kadar boleh ubah on-the-go yang terdiri daripada traktor berkelegaan tinggi, penabur cakera kadar boleh ubah, pengawal IPC dan sensor kanopi aktif ACS-430



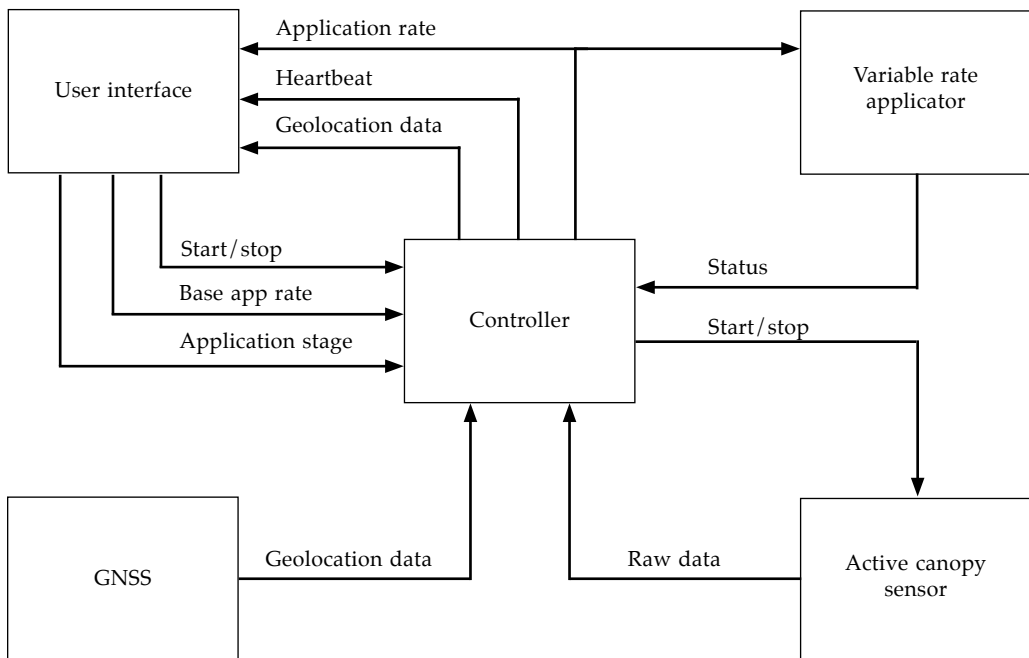
Gambar 2. Antara muka pengguna sistem penabur baja kadar boleh ubah on-the-go

Aplikator kadar boleh ubah (Bogballe L1, Denmark) adalah penabur baja jenis berbutir. Urea dalam bentuk butiran boleh dimasukkan ke dalam tangki aplikator. Butiran jatuh ke cakera berputar yang kemudian menaburkannya di lapangan. Kadar penyebaran dapat dikawal dengan menyesuaikan pembukaan injap yang terletak di bahagian bawah tangki.

### Spesifikasi kawalan

Komputer mini tanpa kipas tahan lasak (Compulab, IPC2, Israel) dengan sistem operasi linux berfungsi sebagai pengawal sistem. Sistem kawalan dibangunkan menggunakan kod program komputer C. Aliran data sistem ditunjukkan seperti dalam Carta alir 1.

Pengoperasian sistem dimulakan dengan modul pengawal menerima arahan mula atau berhenti daripada operator melalui antara muka pengguna. Setelah diterima, ia memerintahkan penerima untuk memulakan pengukuran dan membaca data. Ia juga membaca data geolokasi daripada modul Sistem Navigasi Satelit Sejagat (GNSS) tempatan. Data diproses dan digunakan sebagai input untuk model SVM. Model mengeluarkan nilai yang dipetakan menjadi nilai berangka dan dimasukkan ke penggerak aplikator kadar boleh ubah. Aplikator kadar boleh ubah kemudian menghantar status output yang diperintahkan. Pengawal menghantar salinan nilai kadar aplikasi dan data geolokasi sistem kepada antara muka pengguna. Antara muka pengguna memaparkan semua data yang diberikan kepadanya oleh pengawal. Ia kemudian memaparkan peta kadar aplikasi kepada pengguna secara grafik.



Carta alir 1. Aliran data bagi sistem penabur baja secara kadar boleh ubah on-the-go

### **Kelebihan teknologi**

Sistem penaburan baja secara kadar boleh ubah *on-the-go* dapat menjimatkan baja untuk kawasan dengan kandungan nitrogen N “tinggi” dan “sederhana”. Di kawasan “sederhana”, sistem ini dapat menjimatkan 8% baja berbanding dengan amalan konvensional petani. Di kawasan kandungan “sederhana” N, sistem mengesan kawasan nutrien berlebihan dan dengan itu berubah menjadi kadar aplikasi baja yang lebih rendah. Di kawasan kandungan “tinggi” N, penggunaan baja dapat dikurangkan sehingga 20%. Walaupun kadar yang ditetapkan ialah 90 kg N ha<sup>-1</sup>, penggunaan nitrogen sebenarnya ialah 96 kg N ha<sup>-1</sup>. Ini kerana sistem mengesan kawasan kandungan nutrien yang lebih rendah di ladang dan berubah menjadi kadar aplikasi yang lebih tinggi.

Kaedah yang dibangunkan berpotensi untuk tidak hanya menjimatkan kos input, tetapi juga masa dan tenaga buruh. Penemuan ini penting bagi petani ladang besar yang ingin meningkatkan produktiviti dan kecekapan.

### **Kesimpulan**

Kajian ini dijalankan untuk mengatasi masalah penaburan baja bagi padi tempatan MR 297. Satu kaedah dibangunkan untuk menabur baja secara kadar boleh ubah *on-the-go* menggunakan penderia kanopi tanaman. Algoritma SVM digunakan untuk mengklasifikasikan status nitrogen kepada “rendah”, “sederhana” dan “tinggi”. Model yang mempertimbangkan semua peringkat pertumbuhan tanaman menunjukkan prestasi terbaik. Model itu kemudian digunakan dalam sistem aplikasi kadar berubah “*on-the-go*”. Sistem ini telah diuji dan didapati berpotensi menjimatkan penggunaan baja sehingga 20% berbanding dengan pendekatan aplikasi baja secara konvensional. Penemuan dalam kajian ini dapat digunakan oleh petani ladang yang ingin meningkatkan produktiviti dan kecekapan serta agensi kerajaan dalam membentuk keputusan dasar mengenai padi Malaysia. Cadangan untuk penyelidikan pada masa hadapan adalah bagaimana untuk memperluaskan kegunaan model yang dibangunkan dalam kajian ini untuk varieti padi yang berbeza.

### **Penghargaan**

Kami ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada pihak pengurusan MARDI kerana membiayai kajian ini.

## Bibliografi

- Barnes, E.M., Clarke, T.R., Richards, S.E., Colaizzi, P.D., Haberland, J., Kostrzewski, M., Waller, P., Choi, C., Riley, E., Thompson, T., Lascano, R.J., Li, H. dan Moran, M.S., (2000). Coincident detection of crop water stress, nitrogen status and canopy density using ground-based multispectral data. *Proc. 5th Int. Conf. Precis. Agric.*, 16 – 19 Juli 2000, m.s. 1 – 15. Bloom, Minnesota, USA
- Bijay-Singh, Varinderpal-Singh, Purba, J., Sharma, R.K., Jat, M.L., Yadvinder-Singh, Thind, H.S., Gupta, R.K., Chaudhary, O.P., Chandna, P., Khurana, H.S., Kumar, A., Jagmohan-Singh, Uppal, H.S., Uppal, R.K., Vashistha, M. dan Gupta, R. (2015). *Site-specific fertilizer nitrogen management in irrigated transplanted rice (Oryza sativa) using an optical sensor*. *Precis. Agric.* 16, 455–475. <https://doi.org/10.1007/s11119-015-9389-6>
- Cao, Q., Miao, Y., Wang, H., Huang, S., Cheng, S., Khosla, R., Jiang, R. (2013). Non-destructive estimation of rice plant nitrogen status with Crop Circle multispectral active canopy sensor. *F. Crop. Res.* 154: 133 – 144
- Chen, C., He, P., Zhang, J., Li, X., Ren, Z., Zhao, J., He, J., Wang, Y., Liu, H. dan Kang, J. (2018). A fixed-amount and variable-rate fertilizer applicator based on pulse width modulation. *Computers and Electronics in Agriculture* 148: 330 – 336
- Chlingaryan, A., Sukkarieh, S. dan Whelan, B. (2018). Machine learning approaches for crop yield prediction and nitrogen status estimation in precision agriculture: A review. *Comput. Electron. Agric.* 151: 61 – 69
- Finger, R., Swinton, S.M., El Benni, N. dan Walter, A. (2019). Precision Farming at the Nexus of Agricultural Production and the Environment. *Annu. Rev. Resour. Econ.* 11: 313 – 335

## Ringkasan

Amalan biasa dalam kalangan petani padi di Malaysia adalah menggunakan satu kadar baja sahaja untuk keseluruhan ladang. Walau bagaimanapun, keadaan kesuburan di dalam petak sawah adalah berbeza-beza. Penggunaan baja yang berlebihan menyebabkan peningkatan kos input dan boleh merosakkan alam sekitar. Fokus kajian ini adalah untuk membangunkan kaedah untuk aplikasi baja berpandukan kepada status nutrien tanaman padi. Pendekatan pembelajaran mesin digunakan untuk membangunkan model ramalan status nitrogen tanaman. Model ini menggunakan data spektral daripada penderia pantulan kanopi aktif dan beberapa indeks vegetasi sebagai input. Keluaran model tersebut adalah status nitrogen tanaman padi yang dikelaskan kepada tiga kategori; “rendah”, “sederhana” dan “tinggi”. Model ini kemudian dimasukkan ke dalam sistem aplikasi baja kadar berubah “on-the-go”. Sistem ini akan menghasilkan satu daripada tiga kadar aplikasi baja bergantung kepada status nutrien nitrogen tanaman. Prestasi sistem kemudian dinilai di lapangan. Hasil kajian ini menunjukkan bahawa model tersebut mencapai ketepatan 83% dalam mengklasifikasikan status nitrogen tanaman padi. Hasil kajian ini juga menunjukkan bahawa kaedah ini dapat menjimatkan penggunaan baja hingga 20% dengan hasil pengeluaran yang sama. Penemuan ini adalah penting bagi petani ladang besar yang ingin meningkatkan produktiviti dan kecekapan.

### **Summary**

The standard practice among rice farmers in Malaysia is to apply fertilizer using a single application rate for the whole field. However, fertility conditions vary across the field. The excess use of fertilizer leads to increased input cost and can be damaging to the environment. The focus of this research was to develop a method to apply fertilizer on-the-go while sensing the crop nutrient status of rice plants. A machine learning approach was used to develop a crop nitrogen status prediction model. The model used spectral data from an active canopy reflectance sensor and several vegetation indices as inputs. The model was then incorporated into an on-the-go variable rate fertilizer application system. System performance was then evaluated in the field. The results from this work showed that the model had an accuracy of 83% in classifying the nitrogen status of the rice plants. The results also showed that our method was able to save up to 20% fertilizer use while maintaining yield. These findings are important for large estate farmers who are looking to increase productivity and efficiency

### **Pengarang**

Badril Abu Bakar (Ir. Dr.)

Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang Selangor

E-mel: badril@mardi.gov.my

Jusnaini Muslimin dan Muhammad Naim Fadzli Abd. Rani

Pusat Penyelidikan Padi dan Beras, MARDI Seberang Perai

Beg Berkunci No. 203, Pejabat Pos Kepala Batas, 13200 Kepala Batas pulau Pinang

Mohd. Aufa Mhd. Bookeri

Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, MARDI Seberang Perai

Beg Berkunci No. 203, Pejabat Pos Kepala Batas, 13200 Kepala Batas pulau Pinang

Mohd Zamri Khairi Abdullah dan Ramlan Ismail

Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang Selangor