

# Implementasi Fuzzy Logic Prediksi Kualitas Air Pada Hydroponics Assistant Berbasis IoT

Ilyas Yasin<sup>\*</sup>, M. Nurkamal Fauzan, and M. Harry K Saputra  
Applied Bachelor Program in Informatics Engineering, Politeknik Pos Indonesia  
Bandung Indonesia, Phone. 022-2009562, 2009570 Fax. 022-2009568  
<sup>\*</sup>Ilyas Yasin, e-mail: ilyasyasin072@gmail.com

## Abstract

Dalam sebuah Sistem hidroponik pemberian pupuk atau nutrisi mendapatkan tingkat kebutuhan untuk hasil tanaman yang baik dan segar, kebutuhan pupuk pada tanaman dan dosis yang sesuai yang akan dicampurkan pupuk ABmix menjadi suatu nutrisi yang dicampurkan dengan air bersih dengan jumlah yang tepat untuk menghindari pencemaran air atau kualitas air nutrisi sehingga menyebabkan kekeruhan air pada sebuah wadah, akan diketahui melalui alat pengukur pH, konduktivitas listrik untuk dapat melihat keasaman yang sesuai dengan tanaman tersebut dan menggunakan sensor turbidity yaitu untuk melihat kekeruhan air. Kekeruhan telah menjadi pemantauan kualitas air utama parameter untuk mengakses kesehatan dan kualitas lingkungan sumber air terutama pada tanaman hidroponik. penelitian ini bertujuan untuk memprediksi kualitas air pada Hydroponics Assistant melalui penerapan model fuzzy yaitu metode untuk mengatasi hal yang tidak pasti pada mengatasi masalah-masalah yang mempunyai banyak jawaban. Untuk dapat memprediksi kapan pergantian air pada hidroponik dapat menggunakan sensor dengan metode fuzzy logic.

**Keywords:** Fuzzy logic, Hydroponics, sensor Turbidity, kualitas air

*Copyright © 2013 Universitas Ahmad Dahlan. All rights reserved.*

## 1. Introduction

Pertumbuhan penduduk di kota Bandung tahun 2016 jumlah penduduk mencapai 2.490.622 populasi 15.713 jiwa/km<sup>2</sup> dengan laju pertumbuhan 0,37 pertahunnya (Badan kota Bandung 2016) Adanya pertumbuhan penduduk yang semakin bertambah sehingga lahan-lahan, pembangunan di daerah perkotaan menimbulkan berbagai masalah, Salah satunya adalah konversi lahan pertanian menjadi perumahan dan industri, akibatnya, lahan pertanian di pojok kota sedang dibatasi[1] terutama untuk masyarakat yang ingin berkebun terutama kebutuhan pangan diperkotaan tentang lahan pertanian. Teknik budidaya yang terkenal saat ini adalah hidroponik[1]. Hidroponik adalah sebuah inovasi untuk mengembangkan tanaman dalam pengaturan suplemen yang memasok setiap komponen suplemen dibutuhkan untuk tanaman ideal[2] salah satu teknik hidroponik adalah Nutrient Film Teknik (NFT) Dalam sistem pertanian hidroponik, airnya akan digunakan terus menerus dan hanya berkurang karena penguapan oleh Matahari atau dengan proses fotosintesis tanaman[3] sistem NFT menggunakan larutan nutrisi untuk menguras di daerah akar[1] hidroponik terdiri dari tangki produksi dan pakan untuk Solusi nutrisi, dimana perlu untuk mengendalikan parameter fungsional larutan nutrisi, pH, oksigen terlarut, suhu, tekanan osmotik dan listrik konduktivitas serta pemasangan dan pertumbuhan tanaman[4] dengan memanfaatkan air tanpa menggunakan tanah, metode baru tumbuh tanaman tanpa tanah, menggunakan larutan nutrisi mineral dalam pelarut air sebagai gantinya[2] Solusi nutrisi sangat penting untuk didefinisikan keberhasilan[1] tanaman hidroponik paling banyak digunakan larutan nutrisi mineral atau pupuk untuk hidroponik adalah Stock A dan Stock B sebagai kebutuhan nutrisi bagi tanaman[5]

Kualitas air dibutuhkan tanaman Hidroponik, airnya akan digunakan terus menerus dan hanya berkurang karena penguapan oleh Matahari atau dengan proses fotosintesis tanaman[6] kualitas air dapat dibatasi pada konsentrasi ion spesifik dan fitotoksik zat yang relevan untuk nutrisi tanaman juga sebagai kehadiran organisme dan zat yang bisa menyumbat sistem irigasi mengenai

keberadaan organisme baik di air untuk penyiapan larutan hara dan larutan nutrisi resirkulasi[2] pemantauan kualitas air sistem dapat mengukur parameter kualitas air secara real time [7], Pemantauan kualitas air penting karena Parameter fisik-kimia air dapat memiliki efek negatif pada pertumbuhan[8] untuk tanaman hidroponik kualitas air yang digunakan hendak memenuhi syarat-syarat tertentu misalnya pH, kekeruhan, ukuran partikel, unsur-unsur kimia untuk mendapatkan hasil yang maksimal kadar pH yang kurang juga dapat mempengaruhi tanaman sehingga tidak mampu menyerap nutrisi. Wadah adalah tempat yang terkena langsung pestisida untuk menyimpan selama dalam penanganan pada wadah hidroponik terdapat campuran pupuk stock A dan stock B dengan tambahan air bersih menjadi suatu larutan nutrisi untuk tanaman, pupuk perlu diperhatikan dikarenakan apabila kualitas air tersebut menjadi tidak baik karena tidak ada pemantauan pada pH dan EC (conductivity electric) sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman dan menjadikan kualitas air tidak normal atau bahkan menjadi keruh karna adanya kelembaban pada suatu wadah maka akan berakibat pada tanaman menjadi tidak tumbuh bahkan mati. Kekeruhan didefinisikan oleh kekeruhan atau kekaburan cairan disebabkan oleh padatan tersuspensi yang biasanya tidak terlihat oleh mata,[9] Praktek penggunaan Meteran kekeruhan elektronik atau tabung kekeruhan umumnya dilakukan untuk mengukur kekeruhan. Kedua metode tersebut memiliki kelebihan dan kerugian[10] untuk melihat kualitas air terdapat beberapa masalah yang dihadapi seperti air pada tangki hidroponik menjadi keruh karna harus diisi kembali air bersih

Internet of Things (IoT) teknologi untuk mengkonfigurasi dan menyebarkan cerdas sensor[11]. Internet of Things memungkinkan objek fisik apapun berkomunikasi melalui internet dan transfer data ke yang spesifik server untuk diproses lebih lanjut[12], merupakan sistem yang sudah, otomatis di bidang pertanian dengan memanfaatkan teknik hidroponik membuat petani bekerja dengan mudah[13] Internet of Things (IoT) memungkinkan setiap objek fisik untuk berkomunikasi melalui Internet internet dan transfer data ke yang spesifik server untuk diproses[14]

Pada tanaman hidroponik kualitas air perlu diperhatikan untuk menjaga kebutuhan tanaman menjadi tumbuh dengan baik, akan tetapi tidak diketahui kapan air yang ada pada wadah/tangki harus diganti, adanya internet of things membantu bagi para petani dengan sistem otomatis dengan sensor turbidity dan metode fuzzy logic untuk menilai kekeruhan kualitas air pada hidroponik dan memberikan solusi sehingga mereka bisa memantau dan mengetahui kapan air pada wadah/tangki harus diisi ulang air kembali. Dalam sistem otomatisasi khusus pertanian hidroponik ini harus dilakukan sepenuhnya di mana Otomasi air pasokan, pemeliharaan suhu pada tingkat yang dipersyaratkan, pemeliharaan tingkat pH nutrisi dan EC (Elektrik konduktivitas)[13] dan menjaga kualitas air dengan melihat tingkat kekeruhan untuk dapat diprediksi.

## 2. Related Works

Hidroponik salah satu sistem pertanian masa depan karena dapat diusahakan di berbagai tempat dan bermanfaat bagi masyarakat untuk berkebun, teknik yang banyak digunakan untuk menumbuhkan semut tanpa tanah[15] Budaya hidroponik membutuhkan air dalam jumlah besar dan nutrisi penting untuk mengoptimalkan produksi tanaman (Gagnon et al. 2010 kualitas air pada hidroponik memerlukan tingkat yang baik dengan campuran pupuk mixAB yang digunakan untuk nutrisi bagi tanaman menurut jurnal yang dapat kualitas air sistem pemantauan tambak udang berkaki putih, tampilkan nilai pada LCD dan status nilai apakah normal atau bukan dengan warna LED nilai yang didapat pada Water turbidity unit cm range 30-45[7] Kualitas air sangat penting untuk memastikan kinerja ikan dengan menggunakan sensor turbidity dan temperature menunjukkan hubungan antara kekeruhan dengan signal diterima pada volt[8] untuk melihat kualitas air terdapat beberapa masalah yang dihadapi seperti air pada tangki hidroponik menjadi keruh karna harus diisi kembali air bersih untuk mengukur kekeruhan untuk setiap set up, digunakan meteran kekeruhan. Meter kekeruhan secara digital mengukur kekeruhan sampel di Nephelometric Turbidity Unit (NTU) Clear Water 0 NTU 0 NTU 1.07 NTU, Turbid Water Level 1 34.96 NTU 35.74 NTU 34.57 NTU[16] Pemantauan kualitas air dalam negeri menggunakan Sensor kekeruhan (sensor turbidity) elektronik beroperasi berdasarkan terang intensitas cahaya dengan salam untuk menyalakan hamburan padatan dan cairan. Elektronik Sensor kekeruhan yang digunakan Light Emitting Diode (LED) sebagai pemancar cahaya, cahaya Dependent Resistor (LDR) seba-

gai penerima, PIC 16F777 sebagai aprosesor utama dan modul RS232 untuk yang terintegrasi sensor[9]terdapat juga penerapan pada laboratorium untuk kekeruhan deteksi dengan nilai Turbidity (NTU) 2.8, 8.5 14.5 dan turbidity images proessing 2,8,15[10]Merancang dan mempelajari sistem pencitraan air di Indonesia efek dari kekeruhan bawah air akan dipelajari dengan bantuan optik parameter seperti Modulation Transfer Function[6]] mengembangkan jaringan sensor nirkabel sistem pemantauan kualitas air danau, yang terdiri dari modul sensor, modul transceiver nirkabel, IC kontrol dan modul daya Di modul sensor, sensor memonitor kualitas air seperti sensor pH, sensor kekeruhan kami telah dicapai dengan cara yang sederhana penyiapan optik, yang terdiri dari LED dan fotodiode itu kekeruhan ditentukan dengan mengukur transmitansi Lampu LED bertebaran oleh partikel dalam sampel air ssebagai hasil percobaan dengan sampel air danau[17]Kekeruhan dapat juga di dengan penilaian kinerja exergetic kolam surya dan Penelitian eksperimental efek kekeruhan terhadap kinerja sistem, Performa kolam surya adalah kekeruhan yang disebabkan oleh kotor sepanjang waktu (mis., serangga, daun, debu dan angin membawa bagian jatuh) dengan parameter normal dan tenang ditemukan 28,40 persen untuk kasus tenang dan 22,27 persen dengan efek kekeruhan[14]mengetahui kekeruhan air Isolasi Minyak harus tetap dalam kondisi bersih, karena kondisinya bisa menjadi faktor penentu dengan melihat kekeruhan minyak[18]Pengolahan utama air limbah industry untuk mempelajari efek terhadap pengapusan warna air limbah dan kekeruhan untuk mencapai kondisi warna dan kekeruhan dengan melihat kekeruhan awal 60 NTU bertujuan untuk menghilangkan warna dan kekeruhan masing masing adalah 76,20[19] Permukaan skema modifikasi OSTE untuk pembangkitan sendiri array tetesan nanoliter dengan ketidakmampuan air-minyak dan penggantian[20]memperhitungkan pengaruh realokasi mengganti air Sungai Kuning di setiap indeks dan orang pengalaman pengetahuan Keputusan itu rasional dan dapat diandalkan dengan metode fuzzy dan AHP[21]air irigasi untuk mengoptimalkan penggunaan air, hasil gabah, WUE, dan pengembalian ekonomi jagung hasil super tinggi dalam irigasi tetes dan plastik[22]gagasan penggunaan kembali air selokan pertambangan yang bisa dianggap sebagai skema penggunaan kembali di skala lingkungan[23]

Menurut beberapa jurnal dengan metode logika fuzzy pengambilan keputusan kelompok multi-target dalam proses penawaran proyek melalui penggunaan metode matematis dari clustering fuzzy. Penawar 3 akhirnya terpilih paling banyak kontraktor yang sesuai untuk pembangunan proyek ini dengan menentukan matriks skor dan indeks bobot vektor dari keempat bidder yang bersangkutan. bahwa teori iterasi pengelompokan fuzzy tidak hanya dapat dilakukan mengklasifikasikan indeks dalam evaluasi, tetapi juga melakukan urutan unit dalam penawaran, yang dapat secara eksplisit dilakukan mencerminkan kelebihan dan kekurangan masing - masing bidder, dan mendukung pengambilan keputusan[24]]. Mengembangkan indeks kualitas air baru berdasarkan logika fuzzy, yaitu, pendekatan kecerdasan buatan komprehensif (AI) terhadap pengembangan indeks lingkungan hidup untuk penilaian rutin kualitas air permukaan[25]penggunaan Algoritma genetik untuk menentukan nilai fungsi keanggotaan masing-masing kriteria. Berdasarkan hasil pengujian, optimalisasi fuzzy saya mbership Fungsi menggunakan algoritma genetika memberikan nilai akurasi lebih tinggi yakni 95 sedangkan nilai akurasi tanpa proses optimasi adalah 90. Itu Parameter yang digunakan dalam algoritma genetika adalah sebagai berikut: ukuran populasi adalah 80, nomor generasi 17[26]Hasil penelitian menunjukkan bahwa DO adalah parameter yang paling banyak mempengaruhi tingkat pemberian makan 74 sedangkan suhu juga melakukannya, tapi di kelas bawah 26. Hasilnya menunjukkan bahwa pakan Rasio konversi (FCR) secara signifikan lebih baik bila strategi FL digunakan, menghemat sekitar 35[27]cara untuk memperkirakan kondisi lalu lintas persimpangan berdasarkan pengukuran VTT memperkirakan kondisi lalu lintas persimpangan berdasarkan kecepatan rata-rata dan kecepatannya derivatif (akselerasi) dengan menggunakan logika fuzzy hasil yang didapatkan memperkirakan kondisi lalu lintas Perpotongan dengan akurasi yang bagus bahkan di bawah penetrasi rendah tarif[28]untuk menentukan (dan menganalisa itu efek dari) itu utama lingkungan variabel memprediks ekologis air kualitas[29]logika fuzzy yang kuat untuk manajemen daya yang cerdas itu simulasi dan hasil eksperimen menunjukkan pemilihan kinerja sangat baik[30]pemilihan timization berdasarkan logika fuzzy, kombinasi linear tertimbang (WLC) yang memiliki risiko rata - rata dan mampu melibatkan lapisan prioritas penilaian dari kriteria lapisan dengan menggunakan metode fuzzy karena ketidakpastian dan menentukan kepentingan-

nya, lapisan gabungan hasil yang didapatkan adalah nilai maksimum yang dicapai adalah 0,86 dan Nilai minimum ranking adalah 0 (alternatif terburuk)[31] algoritma clustering menggunakan inferensi fuzzy sistem untuk meningkatkan kemampuan adaptasi pemilihan kepala cluster TEEN untuk nirkabel multimedia sens atau jaringan. Protokol ini mengubah metode seleksi kepala cluster menjadi basis logika fuzzy menjamin tersedia cluster cluster yang dipilih penelitian kami mengevaluasi kinerja berbagai fungsi input fuzzy dan mengubah metode transmisi untuk meningkatkan efisiensi energi tambahan[32] mengusulkan sebuah logika fuzzy berbasis runtime bottleneck pendekatan deteksi operator untuk memperbaiki skalabilitas SPEs oleh menyediakan sumber daya di lingkungan awan hasil penelitian menunjukkan bahwa komponen logika fuzzy dikembangkan dalam hal ini pekerjaan bisa mendeteksi operator bottleneck secara efisien[33] Penilaian kualitas citra objektif (IQA) berdasarkan Fuzzy Logic untuk menilai secara otomatis kualitas citra sesuai dengan persepsi visual manusia. Itu atribut yang digunakan kriteria evaluasi hasil penelitian menunjukkan bahwa model logika fuzzy memiliki stabil tinggi perilaku dengan kesepakatan terbaik dengan persepsi visual manusia[34] pengetahuan manusia dan percobaan dan metode kesalahan yang dapat menyebabkan kegagalan dan waktu pemakaian potensi untuk dikerjakan oleh operator dan di pengalaman pekerja di industri kelapa sawit[35] membuat model fuzzy, dalam MATLAB lingkungan, untuk membantu dokter dalam menafsirkan hasil analisis urin mikroskopis mengingat jumlahnya bakteri, RBC dan WBC serta kekeruhan sampel[36] algoritma asosiasi data logika fuzzy baru diusulkan untuk pelacakan multi-objek visual secara online. Pertama, dalam algoritma yang diusulkan, untuk menggabungkan pengalaman ahli ke dalam asosiasi data untuk peningkatan kinerja dalam pelacakan multi-objek, sebuah sistem inferensi fuzzy berdasarkan pengetahuan dirancang dengan menggunakan seperangkat aturan fuzzy if-then[37] minimalisasi torsi torsi untuk mesin sinkron magnet permanen (PMSM), dan mengusulkan pengontrol arus logika fuzzy loop tertutup tertutup oleh menggunakan besarnya kecepatan harmonik sebagai umpan balik sinyal kontrol kecepatan harmonisa bisa didapat dari Pengukuran kecepatan mesin. Fuzzy logic Pengontrol arus berbasis diusulkan untuk meminimalkan dominan harmonisa torsi[38]

Pada penelitian ini, Prediksi memantau kualitas air nutrisi hidroponik yang baik bagi tanaman dilihat dari keasaman (pH), konduktifiti listrik (EC) dan juga menggunakan sensor turbidity untuk melihat kekeruhan air pada tangki. penggunaan kembali air dapat dipantau dengan melihat keadaan kualitas air apabila air dengan kekeruhan normal, stabil, tidak normal sehingga dapat dipantau dengan. kualitas air pada sebuah tangki hidroponik menjadi faktor dalam pertumbuhan tanaman dengan air nutrisi, kelembaban pada sebuah tangki berpengaruh ekosistem pada tanaman karna terjadi pengendapan atau kelembaban dan hubungan suhu yang mengakibatkan kualitas air menjadi tidak stabil apabila kondisi air yang sudah tidak baik maka pada tanaman akan mati sehingga wadah yang sudah berisi nutrisi akan mengalami kekeruhan. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi kapan pergantian air kembali pada hydroponics assistant dengan metode fuzzy logic dengan beberapa parameter normal, kurang normal, tidak normal dengan melihat nilai kekeruhan NTU berbeda dengan jurnal diatas yaitu menggunakan metode sensor LDR sebagai pemancar cahaya terdapat juga mengganti air dengan fuzzy dan AHP.

## References

- [1] Helmy, M. G. Mahaidayu, A. Nursyahid, T. A. Setyawan, and A. Hasan, "Nutrient film technique (nft) hydroponic monitoring system based on wireless sensor network," in *2017 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (Comnetsat)*, Oct 2017, pp. 81–84.
- [2] R. Nalwade and T. Mote, "Hydroponics farming," in *2017 International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICEI)*, May 2017, pp. 645–650.
- [3] P. N. Crisnapati, I. N. K. Wardana, I. K. A. A. Aryanto, and A. Hermawan, "Hommons: Hydroponic management and monitoring system for an iot based nft farm using web technology," in *2017 5th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, Aug 2017, pp. 1–6.
- [4] O. Elijah, I. Orikumhi, T. A. Rahman, S. A. Babale, and S. I. Orakwue, "Enabling smart agriculture in nigeria: Application of iot and data analytics," in *2017 IEEE 3rd International*

- Conference on Electro-Technology for National Development (NIGERCON)*, Nov 2017, pp. 762–766.
- [5] T. Kaewwiset and T. Yooyativong, “Estimation of electrical conductivity and ph in hydroponic nutrient mixing system using linear regression algorithm,” in *2017 International Conference on Digital Arts, Media and Technology (ICDAMT)*, March 2017, pp. 1–5.
  - [6] V. K. Gowda, V. Maik, K. Karibassappa, and J. Paik, “Removal of underwater turbidity using an optical imaging platform,” in *2016 International Conference on Electronics, Information, and Communications (ICEIC)*, Jan 2016, pp. 1–5.
  - [7] B. Aziz, E. Muchtar, and F. I. Hariadi, “Human-machine interface for water quality monitoring system of white-legged shrimp pond,” in *2016 International Symposium on Electronics and Smart Devices (ISESD)*, Nov 2016, pp. 73–78.
  - [8] J. Rocher, M. Taha, L. Parra, and J. Lloret, “Design and deployment of a wsn for water turbidity monitoring in fish farms,” in *2017 10th IFIP Wireless and Mobile Networking Conference (WMNC)*, Sept 2017, pp. 1–7.
  - [9] A. A. Azman, M. H. F. Rahiman, M. N. Taib, N. H. Sidek, I. A. A. Bakar, and M. F. Ali, “A low cost nephelometric turbidity sensor for continual domestic water quality monitoring system,” in *2016 IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems (I2CACIS)*, Oct 2016, pp. 202–207.
  - [10] V. Karnawat and S. L. Patil, “Turbidity detection using image processing,” in *2016 International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA)*, April 2016, pp. 1086–1089.
  - [11] S. Abraham, A. Shahbazian, K. Dao, H. Tran, and P. Thompson, “An internet of things (iot)-based aquaponics facility,” in *2017 IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)*, Oct 2017, pp. 1–1.
  - [12] M. E. E. Alahi, N. Pereira-Ishak, S. C. Mukhopadhyay, and L. Burkitt, “An internet-of-things enabled smart sensing system for nitrate monitoring,” *IEEE Internet of Things Journal*, vol. PP, no. 99, pp. 1–1, 2018.
  - [13] K. Sreeram, R. S. Kumar, S. V. Bhagavath, K. Muthumeenakshi, and S. Radha, “Smart farming x2014;a prototype for field monitoring and automation in agriculture,” in *2017 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSP-NET)*, March 2017, pp. 2189–2193.
  - [14] A. Atiz, I. Bozkurt, M. Karakilcik, and I. Dincer, “Investigation of turbidity effect on exergetic performance of solar ponds,” *Energy Conversion and Management*, vol. 87, pp. 351 – 358, 2014. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890414006475>
  - [15] P. Y. Yang, J. T. Tsai, J. H. Chou, W. H. Ho, and Y. Y. Lai, “Prediction of water quality evaluation for fish ponds of aquaculture,” in *2017 56th Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (SICE)*, Sept 2017, pp. 545–546.
  - [16] M. E. G. Mital, Michael, V. C. Olarte, N. B. S. Ong, D. C. F. Ortega, M. T. R. Uy, J. M. B. Rocamora, E. A. Roxas, A. R. dela Cruz, and R. R. P. Vicerra, “Characterization of underwater optical data transmission parameters under varying conditions of turbidity and water movement,” in *2017 5th International Conference on Information and Communication Technology (ICoIC7)*, May 2017, pp. 1–6.
  - [17] R. Komiyama, T. Kageyama, M. Miura, H. Miyashita, and S. S. Lee, “Turbidity monitoring of lake water by transmittance measurement with a simple optical setup,” in *2015 IEEE SENSORS*, Nov 2015, pp. 1–4.
  - [18] Y. Hadjadj, I. Fofana, J. Sabau, and E. Briosso, “Assessing insulating oil degradation by means of turbidity and uv/vis spectrophotometry measurements,” *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, vol. 22, no. 5, pp. 2653–2660, October 2015.
  - [19] M. M. Momeni, D. Kahforoushan, F. Abbasi, and S. Ghanbarian, “Using chitosan/chpatc as coagulant to remove color and turbidity of industrial wastewater: Optimization through rsm design,” *Journal of Environmental Management*, vol. 211, pp. 347 – 355, 2018. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479718300318>
  - [20] H. Yasuga and N. Miki, “Adjustment of surface condition for self-generation of droplet array

- using oil-water replacement,” in *2017 19th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (TRANSDUCERS)*, June 2017, pp. 2175–2178.
- [21] H. Xiao-jun and C. Shou-yu, “Fuzzy sets decision-making theory and its application in re-allocation of replaced water of the yellow river,” in *The 2nd International Conference on Information Science and Engineering*, Dec 2010, pp. 1220–1224.
- [22] G. Zhang, C. Liu, C. Xiao, R. Xie, B. Ming, P. Hou, G. Liu, W. Xu, D. Shen, K. Wang, and S. Li, “Optimizing water use efficiency and economic return of super high yield spring maize under drip irrigation and plastic mulching in arid areas of china,” *Field Crops Research*, vol. 211, pp. 137 – 146, 2017. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429017303787>
- [23] C. Makropoulos, E. Rozos, I. Tsoukalas, A. Plevri, G. Karakatsanis, L. Karagiannidis, E. Makri, C. Lioumis, C. Noutsopoulos, D. Mamais, C. Rippis, and E. Lytras, “Sewer-mining: A water reuse option supporting circular economy, public service provision and entrepreneurship,” *Journal of Environmental Management*, 2017. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479717306928>
- [24] S. Lu, Y. Shang, and Y. Li, “A research on the application of fuzzy iteration clustering in the water conservancy project,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 151, pp. 356 – 360, 2017. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617302780>
- [25] H. Gharibi, A. H. Mahvi, R. Nabizadeh, H. Arabalibeik, M. Yunesian, and M. H. Sowlat, “A novel approach in water quality assessment based on fuzzy logic,” *Journal of Environmental Management*, vol. 112, pp. 87 – 95, 2012. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479712003684>
- [26] Q. Kotimah, W. F. Mahmudy, and V. N. Wijayaningrum, “Optimization of fuzzy tsukamoto membership function using genetic algorithm to determine the river water quality,” *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 7, no. 5, p. 2838, 2017.
- [27] R. BÂşquez-Lopez, R. Casillas-Hernandez, J. Lopez-Elias, R. Barraza-Guardado, and L. Martinez-Cordova, “Improving feeding strategies for shrimp farming using fuzzy logic, based on water quality parameters.” *Aquacultural Engineering*, 2018. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860917301668>
- [28] M. A. Salman, S. Ozdemir, and F. V. Celebi, “Fuzzy logic based traffic surveillance system using cooperative v2x protocols with low penetration rate,” in *2017 International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC)*, May 2017, pp. 1–6.
- [29] M. A. E. Forio, A. Mouton, K. Lock, P. Boets, T. H. T. Nguyen, M. N. D. Ambarita, P. L. S. Musonge, L. Dominguez-Granda, and P. L. Goethals, “Fuzzy modelling to identify key drivers of ecological water quality to support decision and policy making,” *Environmental Science Policy*, vol. 68, pp. 58 – 68, 2017. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901116308917>
- [30] F. S. Tidjani, A. Hamadi, A. Chandra, P. Pillay, and A. Ndtoungou, “Optimization of standalone microgrid considering active damping technique and smart power management using fuzzy logic supervisor,” *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 8, no. 1, pp. 475–484, Jan 2017.
- [31] M. Zoghi, A. H. Ehsani, M. Sadat, M. javad Amiri, and S. Karimi, “Optimization solar site selection by fuzzy logic model and weighted linear combination method in arid and semi-arid region: A case study isfahan-iran,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 68, pp. 986 – 996, 2017. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032115006619>
- [32] K. Jung, J.-Y. Lee, and H.-Y. Jeong, “Improving adaptive cluster head selection of teen protocol using fuzzy logic for wmsn,” *Multimedia Tools and Applications*, vol. 76, no. 17, pp. 18175–18190, 2017.
- [33] Y. Zhai and W. Xu, “Efficient bottleneck detection in stream process system using fuzzy logic model,” in *2017 25th Euromicro International Conference on Parallel, Distributed and Network-based Processing (PDP)*, March 2017, pp. 438–445.
- [34] G. T. Tchendjou, R. Alhakim, and E. Simeu, “Fuzzy logic modeling for objective image quality

- assessment,” in *2016 Conference on Design and Architectures for Signal and Image Processing (DASIP)*, Oct 2016, pp. 98–105.
- [35] N. Syuhada, M. Ali, and K. M. Yusof, “Fuzzy logic model for degumming and bleaching troubleshooting in palm oil refining,” in *2016 16th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS)*, Oct 2016, pp. 1099–1104.
- [36] M. A. Ibrisimovic, G. Karl, H. E. Balkaya, M. Ibrisimovic, and M. Hukic, “A fuzzy model to predict risk of urinary tract infection,” in *CMBEBIH 2017*. Springer, 2017, pp. 289–293.
- [37] L. Liang-qun, Z. Xi-yang, L. Zong-xiang, and X. Wei-xin, “Fuzzy logic approach to visual multi-object tracking,” *Neurocomputing*, vol. 281, pp. 139 – 151, 2018. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925231217318192>
- [38] G. Feng, C. Lai, and N. C. Kar, “A closed-loop fuzzy-logic-based current controller for pmsm torque ripple minimization using the magnitude of speed harmonic as the feedback control signal,” *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 64, no. 4, pp. 2642–2653, 2017.