

Analisa Ketidakpastian Pengukuran Sensor Curah Hujan Tipe Tipping Bucket berbasis Internet of Things

by Yoga Utama

Submission date: 23-Jun-2022 12:59PM (UTC+0700)

Submission ID: 1861682746

File name: 7410-Article_Text-23697-1-2-20220623.docx (290.15K)

Word count: 2625

Character count: 15532

Analisa Ketidakpastian Pengukuran Sensor Curah Hujan Tipe Tipping Bucket berbasis Internet of Things

Analysis of the Uncertainty of the Tipping Bucket Type of Rainfall Sensor Measurement based on the Internet of Things

¹Yoga Alif Kurnia Utama, ²Muhammad Shofwan Donny Cahyono, ³Leonardus Setia Budi Wibowo,

^{1,2}Universitas Widya Kartika, Jl. Sutorejo Prima Utara II/1, Surabaya

³Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Jl Raya Puspiptek, Tangerang Selatan

¹yoga.alif@widyakartika.ac.id, ²donnycahyono88@gmail.com, ³leon004@brin.go.id

Abstrak –Semua makhluk tidak akan bertahan hidup dan lingkungan akan menjadi mati tanpa air. Padahal air tawar yang berfungsi sebagai penyangga dapat hidup hanya sebanyak 3% dari semua air di bumi ini. Salah satu sumber utama dari air tawar adalah hujan. Saat ini, hujan sangat sulit untuk diprediksi dikarenakan adanya fenomena perubahan iklim yang ada pada dekade terakhir ini. Hujan yang terlalu lama akan menimbulkan permasalahan lain yaitu bencana banjir. Jika curah hujan dapat diprediksi maka ini bisa menambah waktu untuk kegiatan mitigasi bencana banjir. atau sebagai usaha dalam pencegahan akan tibanya banjir di hari esok. Jadi, sangat penting untuk mendapatkan data curah hujan yang teliti. Penelitian ini akan membuat sebuah sensor curah hujan bertipe tipping bucket yang datanya akan dikirim ke sebuah website atau dengan kata lain berbasis internet of things. Selain itu akan dilakukan pengujian dalam pengukuran sensor serta analisis ketidakpastian pengukuran yang terjadi. Pengujian mendapati hasil bahwa rata-rata kesalahan pengukuran yang terjadi yakni 1.7% dan kesalahan yang terjadi dikarenakan kesalahan mekanik, kesalahan elektronik, kesalahan resolusi, dan kesalahan adhesi.

Kata kunci : Sensor Curah Hujan, *Tipping Bucket*, *Internet Of Things*, Ketidakpastian Pengukuran.

Abstract - *Living things will not survive and the environment will die without water. Whereas fresh water that functions as a buffer for living things is only 3% of all water on this earth. One of the sources of fresh water is rain. Currently, rain is very difficult to predict due to the phenomenon of climate change that has occurred in the last decade. Rain that is too long will cause another problem, namely flooding. If the rainfall can be predicted then this can provide time for flood mitigation efforts. or efforts to prevent such disasters in the future. Therefore, getting rainfall data is very important.*

This research will create a tipping bucket type rainfall sensor where the data will be sent to a website or in other words based on the internet of things. In addition, there will be tests in sensor measurements as well as analysis of the measurement uncertainty that occurs. The results show that average of measurement rainfall error that occurs is 1.7% and the errors that occur are due to mechanical errors, electronic errors, resolution errors, and adhesion errors.

Keyword : *Rainfall Sensor, Tipping Bucket, Internet of Things, Measurement Uncertainty.*

I. PENDAHULUAN

Dekade ini, perubahan iklim atau global warming menjadi salah satu fenomena yang kita rasakan saat ini. Perubahan iklim ini merupakan peristiwa yang dipicu oleh aktivitas manusia yang menciptakan gas rumah kaca yang dapat meningkatkan suhu atmosfer di bumi [1][2][3]. Salah satu efek perubahan iklim ini adalah terjadinya perubahan durasi musim seperti musim kemarau maupun musim penghujan [4]. Hal ini mengakibatkan kemarau atau hujan yang lebih

lama daripada biasanya. Hujan yang lebih lama daripada biasanya akan menyebabkan bencana banjir di mana mana [5].

Banjir adalah salah satu bencana paling umum di Indonesia. Dalam siaran pers Badan Riset dan Inovasi Nasional yang tercantum dalam nomor: 105/SP/HM/BKKP/VIII/2021 disebutkan bahwa pada tahun 2020 telah terjadi 4650 kejadian bencana alam yang didominasi oleh bencana alam hidro-meteorologi dimana bencana banjir merupakan salah satu diantaranya [6].

Menurut data yang lebih rinci, pada tahun 2021 yang diambil dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana, tragedi bencana alam yang biasa terjadi di Indonesia kurang lebih 37% yang merupakan berupa bencana banjir [7]. Sedangkan provinsi yang paling sering terkena banjir adalah Provinsi Jawa Timur dimana hampir 50% bencana banjir yang terjadi adalah bencana banjir.

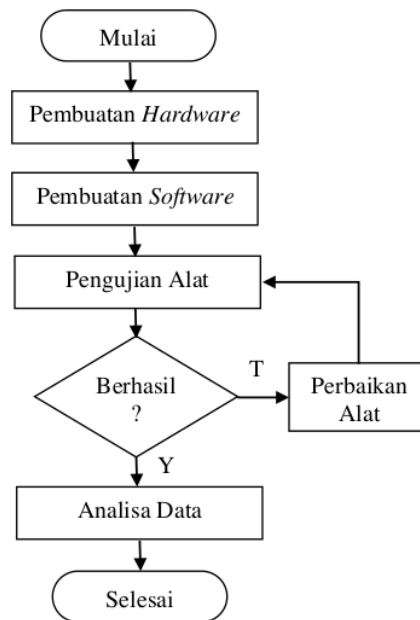
Dari data ini, dapat disimpulkan yakni dibutuhkan data curah hujan yang teliti agar dapat memperkirakan banjir di suatu daerah. Hal ini digunakan untuk memberikan waktu tambahan bagi mitigasi bencana atau mencegah terjadinya bencana yang berulang di masa yang akan datang. Jadi, data curah hujan yang teliti sangat penting untuk diperoleh. Data ini hanya didapatkan dari pengukuran menggunakan sensor curah hujan.

Banyak sekali penelitian yang berkaitan dengan pembuatan pengukur curah hujan ini. Ada banyak sekali jenis sensor curah hujan yaitu penakar hujan tipe ombrometer observatorium, tipe bendix, tipe tipping bucket, tipe weighting bucket, tipe optical, dan lain sebagainya. Salah satunya penakar curah hujan paling sering diteliti yakni penakar tipping bucket [8][9][10][11]. Sensor ini bekerja dengan cara mengukur jumlah air hujan yang jatuh dengan sistem jungkat jungkit. Volume air hujan akan dihitung berdasarkan banyak pergerakan jungkat jungkit yang terjadi [12].

Saat ini sistem berbasis *internet of things* (IoT) sangat banyak sekali. Hampir semua sistem saat ini berbasis IoT. Hal ini dikarenakan keunggulan IoT sendiri adalah semua dapat terhubung menjadi 1 melalui jaringan internet sehingga jika terjadi pengiriman data dan lain-lain dapat dengan mudah dilakukan [13]. Penelitian ini akan membuat penakar curah hujan dengan tipe tipping bucket dengan berbasis *internet of things*. Dengan sistem ini, diharapkan pengukur curah hujan yang dibuat dapat menghasilkan data yang dapat dikirim melalui jaringan internet secara real time.

II. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap. Secara garis besar, penelitian ini dimulai dari pembuatan alat, pembuatan program, dan pengujian alat, serta analisa data yang mana diagram alirnya secara jelas dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.

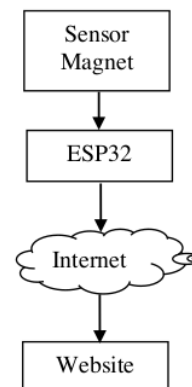


Gambar 1. Flowchart Penelitian.

Dapat dilihat pada Gambar 1 maka tahapan penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Pembuatan Hardware

Pembuatan *hardware* disini terbagi menjadi dua yaitu pembuatan mekanik sensor curah hujan dan pembuatan rangkaian untuk membaca sensor curah hujan yang telah dibuat.



Gambar 2. Blok Diagram Rangkaian

Mekanik sensor akan dibuat menggunakan printer 3D dengan bahan ASA yang mana bahan tersebut sangat tahan

terhadap perubahan cuaca, suhu, dan tahan terhadap sinar UV. Sedangkan rangkaian pembaca sensor curah hujan memiliki komponen-komponen utama seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2 diatas ini.

Seperti yang diperlihatkan Gambar 2, sistem terdiri dari ESP32 sebagai kontroler utama, dan pembacaan sensor curah hujan bergantung pada sensor magnetik. Ketika salah satu jungkat-jungkit bergerak, maka piasnya jungkat jungkit akan mengenai magnet kemudian ESP32 menghitung berapa kali jungkat jungkit itu bergerak.

2. Pembuatan Software

Pada alat ini, *software* digunakan sebagai program untuk membaca curah hujan dari sensor yang telah dibuat. *Software* ini akan dibuat dengan arduino IDE. Hasil dari pembacaan sensor akan dikirim menggunakan jaringan internet yang diambil dari modem USB. Data akan langsung ditampilkan di sebuah *website* dengan tampilan yang berbentuk tabel.

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, cara kerja sensor ini adalah menghitung volume air hujan yang tertampung dengan cara menghitung pergerakan jungkat jungkit yang terjadi. Data tersebut akan dikalikan dengan volume air maksimal yang tertampung di setiap jungkat jungkit maka curah hujan akan diketahui. Persamaan dalam menghitung curah hujan ini diperlihatkan pada persamaan di bawah [13].

$$CH = \frac{n * vl}{L}$$

dimana:

CH = Curah hujan (mm)

n = Banyaknya jungkat jungkit

vl = Volume jungkat jungkit (mm³)

L = Luas penampang jatuh hujan (mm²)

3. Pengujian dan analisis data

Setelah sensor curah hujan jadi, maka tahap selanjutnya akan dilakukan pengujian dan analisa data. Curah hujan akan diukur oleh 2 alat yaitu pengukur curah hujan yang telah diciptakan, dan ombrometer manual. Sensor mengukur curah hujan selanjutnya datanya akan dikirim ke wesbite, sedangkan ombrometer akan kita catat secara manual. Pengukuran akan dilakukan setiap 5 menit sekali.

Dari dua data tersebut maka akan dilakukan perhitungan nilai kesalahan rata-rata yang dibuat oleh sensor curah hujan yang telah dibuat. Nilai rata-rata kesalahan tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini [14].

$$e = \frac{|x_o - x_s|}{x_o} \times 100\%$$

dimana:

e = Kesalahan pengukuran (%)

x_o = Pengukuran ombrometer (mm)

x_s = Pengukuran sensor curah hujan (mm)

Setelah melakukan pengujian alat, selanjutnya dilakukan analisis penyebab kesalahan pengukuran yang terjadi pada sensor curah hujan yang telah dibuat. Hal ini penting karena dapat meningkatkan ketelitian sensor.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa, penelitian ini terdiri dari 3 tahapan. Tahapan pertama adalah pembuatan alat. Alat telah dibuat menggunakan printer 3D. Alat ini dapat diperlihatkan pada Gambar 3 dan 4 di bawah.



Gambar 3. Sensor Curah Hujan Tampak Luar



Gambar 4. Sensor Curah Hujan Tampak Dalam

Rangkaian pembacaan curah hujan memanfaatkan sensor magnetik tipe KY-003, dimana ketika magnet mendekati sensor, sensor

tersebut akan menghasilkan tegangan 5 Volt sedangkan ketika magnet menjauhi sensor maka sensor tersebut menghasilkan nilai tegangan 0 Volt [15]. Arduino akan membaca pergantian tegangan tersebut (*edge*). Rangkaian pembaca sensor ini dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Rangkaian Pembaca Sensor

Selanjutnya data akan dikirim ke dalam website, dimana data akan disertai dengan tanggal dan waktu pengambilan data. Semua data tersebut akan disajikan dalam bentuk tabel di dalam website.

Selanjutnya data ini akan dibandingkan dengan data ombrometer manual yang telah dicatat dalam tabel. Lalu dihitung tingkat kesalahan rata-rata yang terjadi. Data ini dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Tabel hasil pengujian

No	X_s (mm)	X_o (mm)	e (%)
1	0.19	0.2	5.00
2	0.52	0.5	4.00
3	0.72	0.7	2.86
4	0.97	0.9	7.78
5	1.33	1.3	2.31
6	1.94	1.9	2.11
7	2.28	2.3	0.87
8	2.78	2.8	0.71
9	3.41	3.4	0.29
10	3.77	3.8	0.79
11	4.17	4.2	0.71
12	4.57	4.6	0.65
13	5.44	5.4	0.74
14	6.11	5.9	3.56
15	6.16	6.2	0.65
16	6.71	6.7	0.15
17	7.15	7	2.14
18	7.48	7.5	0.27
19	8.12	8	1.50

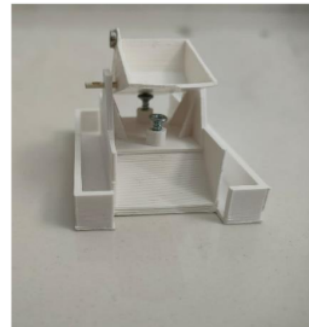
20	8.41	8.4	0.12
21	8.93	8.9	0.34
22	9.61	9.5	1.16
23	10.16	10	1.60
24	10.27	10.3	0.29
25	11.21	11	1.91
Rata-Rata Error Pengukuran			1.7

Dengan melihat Tabel 3 di atas, maka dapat disimpulkan yakni rata-rata nilai kesalahan yang terjadi adalah sebesar 1.7%.

Ada beberapa hal yang menyebabkan tingkat kesalahan sebesar 1.7% tersebut. Ada 4 jenis kesalahan yang menyebabkan eror pengukuran pada pengukur curah hujan tipe tipping bucket ini. Kesalahan-kesalahan tersebut yakni sebagai berikut:

1. Kesalahan Mekanik

Kesalahan mekanik terjadi karena jungkat jungkit sensor curah hujan tidak berkerja dengan baik. Hal ini dikarenakan kesalahan pembuatan mekanik atau dikarenakan tidak tepatnya setting yang dilakukan.



Gambar 7. Setting Sensor

Sebelum sensor bekerja maka diperlukan semacam setting mekanis dengan cara memutar sekrup seperti yang dilihat pada Gambar 7 di atas.

Ketika sekrup terlalu tinggi atau terlalu rendah maka jungkat-jungkit tidak dapat bergerak. Oleh karena itu diperlukan percobaan awal untuk memastikan bahwa jungkat jungkit sensor curah hujan dapat bergerak.

2. Kesalahan Elektronik

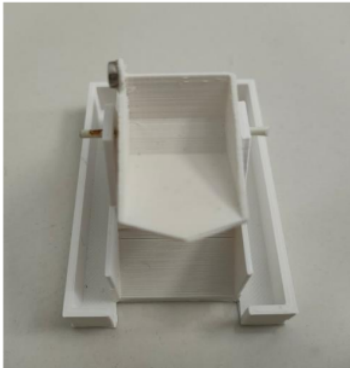
Kesalahan elektronik terjadi ketika sensor tidak dapat bekerja dengan baik. Sensor ini bekerja dengan memanfaatkan sensor magnet, oleh karena itu diperlukan magnet kecil dimana magnet ini memiliki berat juga. Berat magnet

akan mengakibatkan titik berat jungkat jungkit akan berpindah sehingga dibutuhkan setting mekanik lebih lanjut.

Disamping itu, sensor magnet membutuhkan jarak minimal antara sensor dengan magnet. Hal ini dibutuhkan agar sensor tersebut bekerja dengan baik. Jika jarak terlalu jauh maka sensor tidak dapat mendeteksi medan magnet yang ada di dekatnya. Hal ini merupakan kesalahan yang harus ditanggulangi agar sensor mengukur dengan lebih teliti.

3. Kesalahan Resolusi

Kesalahan resolusi terjadi karena sensor curah hujan tipe tipping bucekt membutuhkan jumlah berat air minimal yang harus tertampung agar jungkat jungkit bekerja. Misal jumlah air yang dibutuhkan agar jungkat jungkit bekerja adalah 10 ml.



Gambar 8. Volume Tampungan

Jika volume air yang tertampung di jungkat jungkit kurang dari 10 ml maka jungkat jungkit tidak dapat bekerja. Jungkat jungkit tidak dapat bekerja maka air yang tertampung ini tidak dapat terukur. Hal ini akan menyebabkan kesalahan pengukuran pada sensor ini. Volume yang tertampung pada jungkat jungkit dapat dilihat pada Gambar 8 di atas.

Kekurangan ini tidak dapat dihilangkan secara 100% tetapi kita dapat meminimalisir dengan cara mengecilkan volume tampungan jungkat jungkit. Makin kecil volume tampungan jungkat jungkit maka, makin teliti suatu sensor curah hujan.

4. Kesalahan Adhesi

Kesalahan adhesi ini adalah kesalahan yang timbul dikarenakan sifat adhesi air.

Sifat adhesi adalah gaya tarik menarik antara 2 partikel atau lebih yang tidak sejenis. Dalam hal ini, air akan tarik menarik dengan bahan ASA. Jadi tidak semua air akan tertampung di dalam tampungan jungkat-jungkit. Air akan melekat pada lapisan luar sensor. Hal ini dapat diperlihatkan pada Gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Sifat Adhesi Air

Karena tidak semua air tertampung maka akan terjadi kesalahan pengukuran karena hal ini. Kesalahan ini juga tidak dapat dihilangkan secara 100%, tetapi bisa dikurangi dengan cara mengubah bahan sensor curah hujan agar gaya adhesi air bisa berkurang sehingga seluruh air dapat tertampung di jungkat jungkit sensor.

IV.KESIMPULAN

Penakar curah hujan tipping bucket telah dibuat dengan berbasis internet of things di penelitian ini. Penelitian ini juga akan mengukur tingkat kesalahan pengukuran yang terjadi pada sensor tersebut, sekaligus melakukan analisa sumber kesalahan pengukuran yang terjadi.

Hasil menunjukkan bahwa Hasil memperlihatkan bahwa rata-rata kesalahan pengukuran yang terjadi adalah sebesar 1.7% dan kesalahan yang terjadi dikarenakan kesalahan mekanik, kesalahan elektronik, kesalahan resolusi, dan kesalahan adhesi. Jadi kesimpulannya, jika jenis-jenis kesalahan tersebut diusahakan tidak terjadi maka sensor curah hujan akan menghasilkan ketelitian yang tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama, penulis menghaturkan terima kasih kepada Allah SWT, berkat hidayah-Nya studi yang berjudul "*Analisa Ketidakpastian*

Pengukuran Sensor Curah Hujan Tipe Tipping Bucket berbasis Internet of Things” dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya. Kedua, penulis juga menghaturkan terima kasih yang berlipat ganda kepada LPDP yang sudah memberikan dana di penelitian ini. Terakhir, penulis juga menghaturkan rasa terima kasih ke Universitas Widya Kartika yang sudah memberikan sarana dan prasarananya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pratama, Riza, “Efek Rumah Kaca Terhadap Bumi” *Buletin Utama Teknik*, vol. 14, no. 2, pp. 120–126, 2019
- [2] Mustangin, Mustangin, “Perubahan Iklim dan Aksi Menghadapi Dampaknya: ditinjau dari Peran serta Perempuan Desa Pagerwangi” *Jurnal Pendidikan dan Pemberdayaan Masyarakat*, vol. 4, no. 1, pp. 80–89, 2017
- [3] Haryanto, Handrix Chris, Prahara. Sowanya Ardi, “Perubahan Iklim, Siapa Yang Bertanggung Jawab?” *Insight: Jurnal Ilmiah Psikologi*, vol. 21, no. 2, pp. 50–61, 2019
- [4] Utama, Lusi, and Naumar, Afrizal “Kajian Kerentanan Kawasan Berpotensi Banjir Bandang dan Mitigasi Bencana pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Batang Kurnaji Kota Padang” *Jurnal Rekayasa Sipil*, vol. 9, no. 1, pp. 21–28, 2015
- [5] Muhammad Fikri Sigid, M. R., “Perubahan Karakteristik Curah Hujan Jangka Panjang di Provinsi Jawa Barat Tahun 1921-2010 (Long-Term Changes in Rainfall Characteristics in West Java)” *Jurnal Sains Dirgantara*, vol. 18, no. 2, pp. 99–100, 2021
- [6] Jati, Raditya, “Bencana Hidrometeorologi Dominan Sepanjang Awal Januari Hingga Akhir April 2021,” 2020. [Online]. Available: <https://bnpb.go.id/berita/bencana-hidrometeorologi-dominan-sepanjang-awal-januari-hingga-akhir-april-2021->
- [7] BNPB, “Data Informasi Bencana Indonesia,” 2020. [Online]. Available: <https://dibi.bnpb.go.id/>. [Accessed: 15-Mar-2022].
- [8] Saputra, Hendra Dwi, Nursa'adah, and Mochammad Rifan, “Perancangan dan Pembuatan Sensor Curah Hujan Tipe Tipping Bucket dengan Tampilan LCD” *Jurnal Mahasiswa TEUB*, vol. 1, no. 2, pp. 1–6, 2013
- [9] Permana, Ryan Galih, Rahmawati, Endah, Dzulkifli, “Perancangan dan Pengujian Penakar Hujan Tipe Tipping Bucket dengan Sensor Photo-Interrupter Berbasis Arduino” *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, vol. 4, no. 3, pp. 71–76, 2015
- [10] Syahbeni, Muhammad, Budiman, Arif, Syelly, Rosda, Laksmana, Indra, Hendra, “Rancang Bangun Pendeteksi Curah Hujan Menggunakan Tipping Bucket Rain Sensor dan Arduino Uno” *Jurnal Agroteknika*, vol. 1, no. 2, pp. 51–62, 2018
- [11] Muid, Abdul, Zen, Mahavira, Adriat, Riza, “Prototipe Alat Ukur Curah Hujan Berbasis Sensor Reed Switch dengan Antarmuka Website” *Jurnal Positron*, vol. 9, no. 1, pp. 33–38, 2019
- [12] Kurnia, M. Fauzan, Hadyat, M. Taufik, and Frianto, Herri Trisna, “Rancang Bangun Rainfall System Sebagai Control System Pada Miniatur Bendungan Berbasis NODEMCU ESP8266” in Proceedings of Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan, pp. 30-38, 2021
- [13] Utama, Y.A.K., Widiyanto, Y., Hari, Y., and Habiburrahman, M, “Design of Weather Monitoring Sensors and Soil Humidity in Agriculture Using Internet of Things (IoT)” *Transaction of Machine Learning and Artificial Intelligence*, vol. 7, no. 1, pp. 10–20, 2019
- [14] Tamaji, Utama, Y.A.K., “Penggunaan Neuro Fuzzy pada Sistem Monitoring Ketinggian Air Sungai” *Jurnal Informatika Kaputama (JIK)*, vol. 5, no. 1, pp. 164–173, 2021
- [15] Utomo, Anggoro Prasetyo, Wirawan, Nathan, Adi, “Perancangan Alat Monitoring Air Conditioner Menggunakan Mikrokontroler Wemos” in Proceedings of Industrial Engineering Seminar and Call for Paper, pp. 44-53, 2018

Analisa Ketidakpastian Pengukuran Sensor Curah Hujan Tipe Tipping Bucket berbasis Internet of Things

ORIGINALITY REPORT

2%

SIMILARITY INDEX

%

INTERNET SOURCES

%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to Universitas Siliwangi

Student Paper

2%

Exclude quotes Off

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On