

Evaluasi Crossover pada Systematic Random Sampling Sebagai Optimasi Quick Count

¹Agus Sofwan, ^{2*}Riadi Marta Dinata, ³Kun Wardana, ⁴Ariman, ⁵Baskoro Abie P

^{1,3,5}Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik, ISTN

²Program Doktorat FMIPA, Universitas Lampung

^{2,4}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi Informatika, ISTN

Abstrak — Proses quick count atau penghitungan cepat hasil pemilu merupakan teknik penting dalam memberikan estimasi hasil suara secara cepat, efisien, dan akurat kepada publik. Namun, keberhasilan teknik ini sangat bergantung pada metode sampling yang digunakan. Salah satu metode yang kerap dipilih karena kesederhanaannya adalah Systematic Random Sampling (SYS), yaitu teknik pengambilan sampel secara sistematis dengan interval tertentu. Meskipun efisien, SYS rentan terhadap bias bila elemen awal tidak representatif atau terdapat pola tersembunyi dalam populasi data. Menyadari keterbatasan tersebut, penelitian ini mengusulkan pendekatan evaluasi crossover, yaitu pengembangan dari SYS dengan menerapkan mekanisme pertukaran indeks layaknya dalam algoritma genetika. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan cakupan dan representasi sampel sehingga akurasi prediksi hasil quick count meningkat meskipun hanya menggunakan sebagian kecil populasi TPS. Pengujian dilakukan pada data hasil suara Pemilu Presiden dan Wakil Presiden RI Tahun 2019 di Provinsi Lampung. Hasil menunjukkan bahwa metode crossover menghasilkan simpangan rata-rata yang lebih rendah dibandingkan SYS konvensional, bahkan saat hanya menggunakan 0,21% dari total TPS. Uji coba dengan formula ukuran sampel seperti Slovin, Krejcie & Morgan, dan Estok Navitte Cowan juga menunjukkan penurunan signifikan pada margin of error, terutama pada tingkat kepercayaan 90% hingga 99%. Dengan efisiensi tinggi dan akurasi yang meningkat, metode ini direkomendasikan sebagai strategi optimasi quick count yang lebih andal dan adaptif terhadap kompleksitas data pemilu.

Kata Kunci: Crossover; Margin of Error; Optimasi; Quick Count; Sampling Sistematis; Tingkat Kepercayaan

Abstract — The quick count process, or rapid vote tallying, is a crucial technique for delivering fast, efficient, and reasonably accurate estimates of election results to the public. However, the effectiveness of this method heavily depends on the sampling technique employed. One commonly used method for its simplicity is Systematic Random Sampling (SYS), which selects samples at fixed intervals in a systematic manner. Despite its efficiency, SYS is prone to bias if the initial element is not representative or if hidden patterns exist within the population data. Addressing these limitations, this study proposes a crossover evaluation approach—an enhancement of SYS by incorporating index exchange mechanisms inspired by genetic algorithms. This approach aims to increase sample diversity and representativeness, thereby improving prediction accuracy even when using only a small portion of the polling station population. The method was tested using real vote count data from the 2019 Presidential Election in Lampung Province, Indonesia. Results indicate that the crossover method produces a lower average deviation compared to conventional SYS, even when using just 0.21% of the total polling stations. Experiments with sample size formulas such as Slovin, Krejcie & Morgan, and Estok Navitte Cowan also demonstrate a significant reduction in margin of error, particularly at confidence levels between 90% and 99%. With high efficiency and improved accuracy, this method is recommended as a more reliable and adaptive quick count optimization strategy in the context of electoral data complexity.

Keywords: Crossover; Margin of Error; Optimization; Quick Count; Systematic Sampling; Confidence Level

* Corresponding author :

Riadi Marta Dinata

Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta, Indonesia

riadimrt@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Quick Count atau perhitungan cepat merupakan kegiatan pengumpulan, pengolahan, dan pelaporan data hasil pemilihan umum secara cepat guna memberikan gambaran awal hasil pemilu kepada publik [1]. Dalam konteks demokrasi modern, kecepatan dan ketepatan dalam menyampaikan informasi hasil pemilu menjadi krusial karena dapat memengaruhi persepsi publik, menjaga stabilitas sosial-politik, dan meningkatkan transparansi proses pemilu itu sendiri. Oleh karena itu, inovasi dalam metodologi *quick count* sangat dibutuhkan untuk menjawab tantangan efisiensi dan akurasi secara bersamaan.

Salah satu aspek paling penting dalam *quick count* adalah proses *sampling*. *Sampling* adalah teknik dalam statistik yang digunakan untuk mengestimasi karakteristik suatu populasi melalui data dari sebagian kecil anggota populasi, yaitu sampel [2]. Penentuan sampel yang tepat dan representatif akan sangat memengaruhi validitas hasil estimasi. Namun, tantangan yang dihadapi adalah bagaimana memilih sampel yang tidak hanya efisien dari sisi jumlah, tetapi juga mampu mencerminkan populasi secara proporsional dan objektif.

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji efektivitas berbagai teknik *sampling* seperti Simple Random Sampling, Stratified Sampling, dan Cluster Sampling, baik dalam konteks penghitungan suara maupun survei sosial [3]–[5]. Meskipun demikian, metode Systematic Random Sampling (SYS) masih kurang dieksplorasi secara mendalam dalam konteks *quick count*. SYS sendiri adalah teknik pemilihan sampel berdasarkan interval tertentu yang ditentukan secara sistematis. Metode ini memiliki keunggulan dalam kesederhanaan dan efisiensi, tetapi juga menyimpan kelemahan, terutama ketika elemen awal yang terpilih tidak representatif atau terdapat pola tersembunyi dalam data yang dapat memengaruhi hasil akhir [6], [7].

Lebih jauh, urgensi untuk mengevaluasi kembali metode SYS muncul dari tren meningkatnya ketergantungan pada data besar dan kebutuhan akan metode yang mampu mengoptimalkan efisiensi serta akurasi prediksi. Beberapa studi seperti Ulya et al. menunjukkan bahwa pengintegrasian metode Stratified Sampling dengan estimasi interval kepercayaan mampu meningkatkan presisi hasil prediksi [8]. Sementara itu, Rawung menekankan pentingnya pemahaman prosedural dalam penarikan sampel guna menjaga kualitas data, terutama di lembaga resmi seperti BPS [1]. Penelitian Putra memperlihatkan bahwa metode *sampling* dalam *quick count* dapat berdampak signifikan terhadap pembentukan opini publik secara cepat namun tetap representatif [9].

Adapun Dinata [3], [4] mengusulkan pendekatan baru melalui pola heterogen TPS dan penggunaan ambang MinMax untuk meningkatkan efisiensi metode *sampling*, yang menunjukkan kecenderungan pergeseran pendekatan konvensional ke metode berbasis algoritma dan heuristik. Meskipun tren seperti penggunaan roulette-wheel selection atau heuristic-based *sampling* mulai diadopsi, eksplorasi terhadap integrasi metode SYS dengan pendekatan heuristik seperti crossover masih sangat terbatas. Hal ini menjadi celah penelitian yang penting untuk dijawab, mengingat potensi dari teknik crossover dalam meningkatkan keragaman dan cakupan sampel, sebagaimana dibuktikan dalam penerapan algoritma genetika.

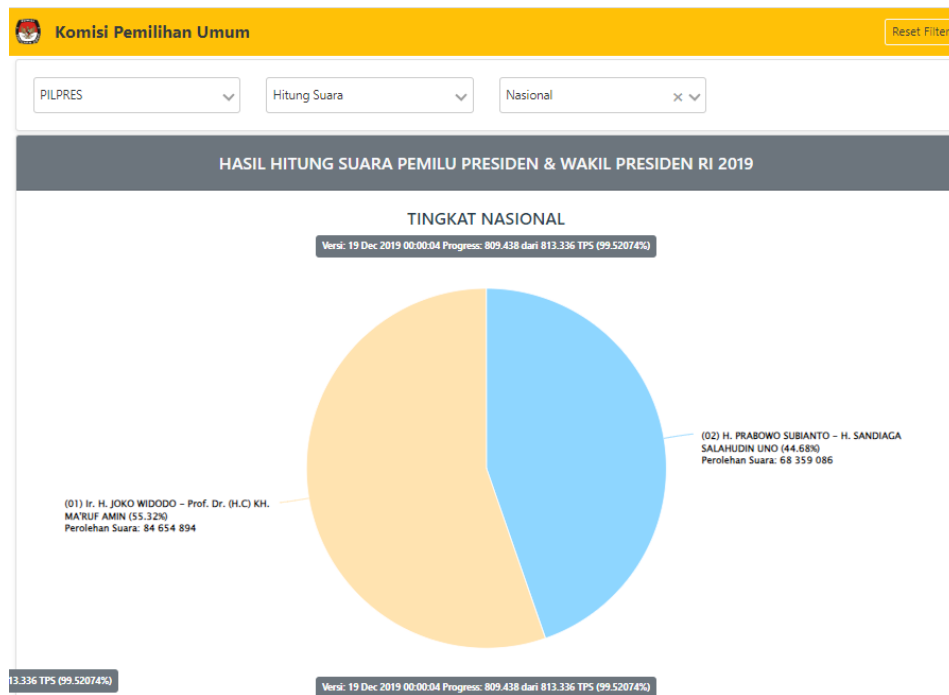
Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan guna menghadirkan pendekatan alternatif dalam metode *sampling* yang lebih adaptif dan presisi. Penelitian ini menawarkan pendekatan evaluasi crossover, yaitu mekanisme pertukaran indeks seperti dalam algoritma genetika [10], yang diterapkan dalam proses SYS. Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi metode SYS dalam memilih lokasi *sampling* yang lebih representatif. Penelitian menggunakan data sebaran TPS wilayah Lampung dari Komisi Pemilihan Umum Republik Indonesia sebagai studi kasus nyata. Dengan pengembangan ini, diharapkan proses *quick count* menjadi lebih akurat meskipun hanya menggunakan sebagian kecil dari total populasi TPS.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Analisis Sistem

2.1.1. Penentuan Populasi

Tahap awal berupa penentuan kelompok yang menjadi objek penelitian, berupa data simulasi yang berasal dari Komisi Pemilihan Umum (KPU). Contoh populasi ini dapat diakses pada <https://pemilu2019.kpu.go.id/#/ppwp/hitung-suara/>, yang merupakan data aktual hasil suara Pemilu Presiden & Wakil Presiden RI 2019.



Gambar 1. Hasil Situng Pemilu Pres dan Wapres RI 2019
(<https://pemilu2019.kpu.go.id/#/ppwp/hitung-suara/>, diakses 22 Oktober 2023)

Data Tempat Pemungutan Suara (TPS) pada laman tersebut selanjutnya dijadikan acuan untuk menentukan lokasi sampling yang akan digunakan sebagai penghitung bobot akurasi dari analisis sampling yang dilakukan.

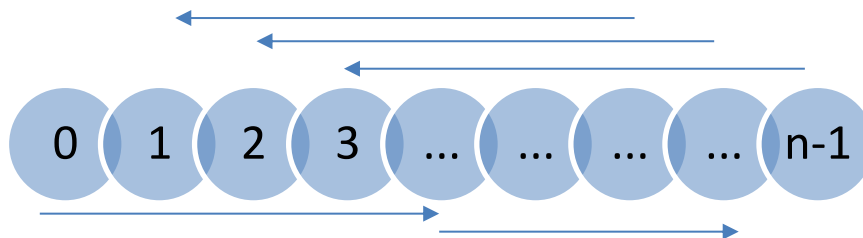
2.1.2. Teknik Sampling

Proses ini merupakan langkah statistik untuk memastikan sampel data yang diperoleh dapat mewakili populasi yang sesungguhnya. Penelitian ini menggunakan dua perbandingan antara metode *Systematic Random Sampling* (SYS) dan pengembangan/improve dari metode SYS itu sendiri.

a. Metode SYS (Primer/Default)

Metode *Systematic Random Sampling* (SYS) bekerja dengan cara memilih elemen sampel dengan interval yang tetap, misalnya setiap n elemen diambil sebagai sampel[3]. Meskipun metode ini sistematis dan mudah diterapkan, ia jarang digunakan karena memiliki potensi bias yang tinggi dalam prosesnya. Sebagai contoh, jika ada pola tersembunyi dalam populasi yang tidak sesuai dengan interval sistematis yang digunakan, sampel yang diambil mungkin tidak mewakili variasi utama dalam populasi [4]. Bahkan jika elemen sampel pertama yang dipilih secara acak tidak representatif, sistematisasi dari proses ini dapat memengaruhi representativitas seluruh sampel. Oleh karena itu, elemen pertama yang dipilih dalam metode SYS sangat penting dan harus dipilih secara acak agar hasilnya tidak bias.

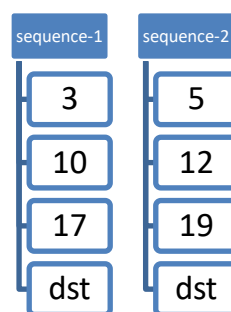
Dalam penelitian ini, nilai kelipatan mengacu pada jumlah seluruh data populasi dibandingkan dengan jumlah sampel yang akan digunakan. Nilai kelipatan atau interval yang digunakan umumnya diperoleh melalui proses berbanding terbalik antara jumlah keseluruhan populasi dengan ukuran sampel yang digunakan. Upaya utama adalah menentukan nilai interval agar dapat menjangkau indeks terendah hingga indeks tertinggi dalam data populasi. Nilai interval ini biasanya diperoleh dengan membagi jumlah TPS yang tersedia dengan jumlah TPS yang harus disampling. Untuk mengantisipasi nilai indeks yang berlebih akibat data acak awal atau kelipatan yang terlalu tinggi, dibuatkan aturan bahwa sampling akan dimulai kembali dari awal jika nilai indeks melebihi batas maksimum jumlah TPS yang tersedia.



Gambar 2. Ilustrasi Proses Berulang pada Metode SYS

b. Metode evaluasiSYS

Adalah metode perbaikan atau penambahan komputasi terhadap metode *Systematic Random Sampling* (SYS), yang untuk memudahkan penelitian selanjutnya disebut sebagai *evaluasiSYS*. Analisis perbaikannya diawali dengan proses pembentukan dua buah deret, yang nantinya akan membentuk dua indeks data baru. Sebagai contoh, misalkan diketahui deret *sequence-1* dimulai dengan awalan 3, dan deret *sequence-2* dimulai dengan awalan 5, keduanya menggunakan interval 7. Angka-angka tersebut merupakan indeks posisi suatu data. Jika indeks *sequence-1*, misalnya $ar[3] = 10$, dan pada indeks *sequence-2*, misalnya $ar[5] = 2$ (lebih kecil dari yang pertama), maka sistem akan mengalami pertukaran data (*Crossover*[5]). Namun, jika data pada *sequence-2* lebih besar, maka tidak akan terjadi pertukaran data. Langkah ini merupakan langkah penting dalam menentukan pemilihan sampel yang hendak digunakan, yaitu dengan mengacu pada konsep, "Semakin besar ukuran sampel, semakin banyak data yang dapat digunakan oleh model untuk mempelajari pola dalam data. Hal ini dapat meningkatkan kemampuan model untuk membuat prediksi yang akurat" [6].



Gambar 3. Ilustrasi Crossover Metode *evaluasiSYS*

Dari dua model, yaitu Metode SYS dan Metode *evaluasiSYS*, selanjutnya akan dilakukan uji akurasi terhadap data populasi TPS KPU 2019. Nilai akurasi akan divalidasi kembali dengan nilai aktual hasil situng yang ada. Artinya, semakin kecil nilai simpangannya terhadap data aktual resmi KPU, maka metode sampling tersebut akan direkomendasikan pada akhir penelitian.

2.1.3. Pemilihan Ukuran Sampel

Untuk memberikan hasil yang akurat, beberapa alternatif metode pencarian ukuran sampel diteliti dan dibandingkan. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi jumlah sampel penelitian antara lain: jumlah data yang tersedia, Homogenitas data, derajat kepercayaan, *margin of error*, dan ketersediaan sumber daya [7]. Jumlah sampel minimal yang dapat diterima juga tergantung pada jenis studi, dengan pedoman sebagai berikut [8]:

- a. Untuk studi deskriptif, sampel minimal adalah 10% dari populasi.
- b. Untuk studi korelasional, diperlukan minimal 30 sampel untuk menguji keterhubungannya.
- c. Untuk studi kausal-komparatif, diperlukan minimal 30 subjek per grup.
- d. Untuk studi eksperimen, minimal 15 subjek per grup.

Beberapa formula dalam penentuan jumlah sampel minimal untuk studi deskriptif dapat ditemukan dalam referensi [9].

a. Formulasi Deskriptif

$$n = \frac{10 \cdot N}{100} \quad (1)$$

n = ukuran sampling

E = sampling error (0.05)

N = jumlah populasi

b. Formula National Educational Association (NEA) /Krejcie & Morgan

$$n = \frac{chi.N.P(1-P)}{d^2(N-1)+chi.P(1-P)} \quad (2)$$

n = ukuran sampling

Chi = nilai chisquare (untuk 1 parameter bernilai 3.841)

N = jumlah populasi

P = proporsi populasi (0.5 Heterogen)

d = galat pendugaan /tingkat kepercayaan 90%, dengan *Margin of Error* (MoE) 0.01

c. Formula Estok Navitte Cowan:

$$n = \frac{Z^2(p(1-p))N}{Z^2(p(1-p))+(N-1)E^2} \quad (3)$$

n = ukuran sampling

E = sampling error (0.01)

N = jumlah populasi

Z = tingkat kepercayaan yang dipakai , angkanya sudah ditentukan (90% maka Z = 1.65)

p = tingkat heterogen data sample (0 sd 0.5), dengan data makin Homogen maka angka 0 kecil dan makin Heterogen maka angka p besar.

d. Formula Taro Yamane/Slovin:

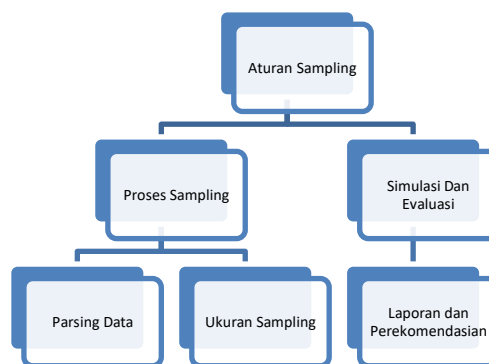
$$n = \frac{N}{1+N(e^2)} \quad (4)$$

n = ukuran sampling
 E = sampling error (0.05)
 N = jumlah populasi

Penggunaan persentase diberikan pada variabel Tingkat Kepercayaan (T_k) / *Confidence Level* dan *Margin of Error* (MoE). T_k merupakan tingkat keyakinan bahwa sampel yang digunakan akan mewakili penggambaran suatu populasi. Misalnya, jika suatu sampel memiliki tingkat kepercayaan 95%, maka peneliti yakin bahwa jika survei serupa dilakukan sebanyak 10 kali, 95% dari hasil tersebut akan berisi nilai parameter populasi yang sebenarnya. Sedangkan MoE digunakan untuk menggambarkan simpangan antara hasil penelitian dengan data aktual. Misalnya, jika penelitian memiliki MoE sebesar $\pm 3\%$, artinya hasil sampel mungkin berbeda sebesar maksimal $\pm 3\%$ dari nilai parameter yang sebenarnya. MoE akan berkurang dengan meningkatnya ukuran sampel, dan semakin tinggi T_k , semakin besar MoE yang terjadi. Artinya, untuk mengurangi MoE dan membuat hasil lebih akurat, penelitian cenderung harus mengurangi tingkat kepercayaannya (*trade-off sampling size*) [10].

2.2. Perancangan Sistem

Sampling merupakan alat penting dalam penelitian, statistik, dan survei untuk mendapatkan pemahaman tentang populasi yang lebih besar. Dan adalah suatu keutamaan bahwa sampling yang dihasilkan harus memenuhi sejumlah kriteria untuk dapat mewakili populasi dengan baik[11] yaitu acak, representatif terhadap ukuran sample yang cukup, bias rendah dan konsistensi hasilnya.



Gambar 5. Perancangan Sistem

Berdasarkan kebutuhan dan metodologinya, dibuatlah simulasi sistem sampling interaktif dengan kebutuhan navigasi sebagai berikut:

- Menu Parsing dan Pendeksripsian Data, yaitu menu untuk menarik data secara online dari web KPU 2019, sekaligus mengarsipkan dan mendeskripsikannya.
- Pencarian Ukuran Sampling dari Beragam Metode, yaitu menu untuk membandingkan berbagai algoritma perhitungan jumlah atau ukuran sampel.
- Analisis Teknik Sampling dari Beragam Metode, yang menampilkan hasil komputasi berupa nilai variance, deviasi, akurasi, dan bobot sampling.
- Evaluasi dan Perbandingan Antar Metode, sebagai menu untuk melihat hasil akhir perbandingan antar metode sampling, termasuk jumlah sampel, akurasi, dan bobot akhir.
- Laporan dan Rekomendasi, sebagai menu untuk menampilkan kesimpulan dan rekomendasi dari hasil penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melakukan pengujian pada data hasil sampling dengan perbandingan dua metode sampling melalui 100 kali pengujian, hingga diperoleh nilai rekap akhir berupa jumlah sampel terbaik dan metode yang terekomendasikan secara efektif (akurasi) dan efisien (jumlah sampel terkecil).

3.1. Hasil Dan Analisa Komputasi

3.1.1. Penentuan Populasi

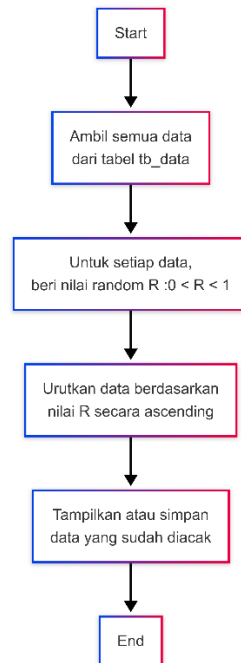
Halaman utaman yaitu halaman admin untuk melihat koleksi data yang ada di arsip; pengguna dapat memilih data wilayah mana yang hendak dijadikan sebagai populasi. Halaman ini adalah halaman utama yang berisi populasi dari beberapa hasil parsing data Web KPU 2019 sebelumnya. Pada laman yang tertera, menunjukkan data Propinsi Lampung berikut nama kabupaten, kecamatan, kota, desa dan TPS berikut nilai capaian hasil Pemilu aktualnya.

Populasi Propinsi LAMPUNG (22328)								
Jumlah Pemilih Sah : 4.797.443 (2.845.798 + 1.951.645) Prosentase : 0.59 % x 0.41 %						SRS SFS CLS SYS		
No	Kode	Kabupaten	V01	V02	Total	P01	P02	Keterangan
1	24709	KOTA BANDAR LAMPUNG	258.778	295.940	554.718	46.65 %	53.35 %	100 %
2	24822	KOTA METRO	51.868	46.939	98.807	52.49 %	47.51 %	100 %
3	23460	LAMPUNG BARAT	101.210	75.949	177.159	57.13 %	42.87 %	100 %
4	22605	LAMPUNG SELATAN	373.892	201.425	575.317	64.99 %	35.01 %	100 %
5	22875	LAMPUNG TENGAH	490.053	241.103	731.156	67.02 %	32.98 %	100 %
6	24202	LAMPUNG TIMUR	415.957	179.326	595.283	69.88 %	30.12 %	100 %
7	23189	LAMPUNG UTARA	152.967	203.110	356.077	42.96 %	57.04 %	100 %
8	22439	MESUJI	85.416	33.926	119.342	71.57 %	28.43 %	100 %
9	24850	PESAWARAN	153.388	110.451	263.839	58.14 %	41.86 %	100 %
10	928071	PESISIR BARAT	46.479	42.805	89.284	52.06 %	47.94 %	100 %
11	22329	PRINGSEWU	149.347	92.225	241.572	61.82 %	38.18 %	100 %
12	23903	TANGGAMUS	165.714	174.884	340.598	48.65 %	51.35 %	100 %
13	23737	TULANG BAWANG	151.512	70.261	221.773	68.32 %	31.68 %	100 %
14	22522	TULANG BAWANG BARAT	105.677	59.754	165.431	63.88 %	36.12 %	100 %
15	24484	WAY KANAN	143.540	123.547	267.087	53.74 %	46.26 %	100 %

Gambar 6. Menu Utama Data TPS KPU Lampung

Jika salah satu data arsip populasi tersebut dipilih, maka akan menuju halaman berikutnya (halaman daftar kecamatan dari kabupaten/kotamadya terpilih), atau pengguna dapat langsung masuk ke menu analisis SYS. Kode V01 mewakili atribut Calon Kandidat 1 (01) Ir. H. Joko Widodo - Prof. Dr. (H.C.) KH. Ma'ruf Amin (59.32%) / Perolehan Suara: 2.845.798, dan Kode V02 mewakili atribut Calon Kandidat 2 (02) H. Prabowo Subianto - H. Sandiaga Salahuddin Uno (40.68%) / Perolehan Suara: 1.951.645; yaitu sebagai capaian hasil suara Pemilu Presiden & Wakil Presiden RI 2019 Provinsi Lampung. Analisa *Systematic Sampling* (SYS).

Metode SYS memerlukan perhitungan yang cermat untuk menentukan interval sistematisnya. Jika interval tersebut tidak dipilih dengan benar, sampel tidak akan mewakili populasi dengan baik. Begitu juga dalam hal pemilihan proses penentuan indeks pertama, sehingga elemen-elemen berikutnya dapat mewakili populasi dengan baik. Berbagai teknik komputasi dicoba dalam mengembangkan metode SYS, di antaranya dengan memberikan indeks populasi yang selalu acak setiap kali dijalankan, serta teknik pemilihan sampel awal yang juga acak.



Gambar 7. Pembangkitan Data Random untuk Metode SYS / Evaluasi SYS

Proses pada Gambar 7 merupakan upaya alternatif untuk membuat data populasi terbentuk secara acak di awal. Berdasarkan nilai indeks awal yang sudah diperoleh, sistem akan mencacah data pada setiap kelipatan tertentu untuk mengumpulkan individu-individu terpilih

Populasi Nasional (00) TPS												
Jumlah Pemilih Sah : 153.013.980 (84.654.894 + 68.359.086) Prosentase : 55.32% x 44.68% (M 10.65%)												
Populasi Propinsi LAMPUNG (ID 22328):26265 TPS												
Jumlah Pemilih Sah : 4.797.443 (2.845.798 + 1.951.645) Prosentase : 59.32% x 40.68% (M 18.64%)												
SRS SFS CLS SYS CMS MAX HEU												
Systematic Sampling TPS :SYS TPS PROP												
Jumlah Suara : 4.797.443 (813.336 TPS)												
No	TKper	Zvalue	He/Ho	JM	PM	HASIL-M	JE	PE	HASIL-E	JS	PS	HASIL-S
Sampling Error / ME: 0.01												
1	90	1.65	0.5	479.745	10%	T479.854 59.92% x 40.08%=-0.6%	6.797	0.14%	T6.826 54.86% x 45.14%=-4.46%	9.980	0.21%	T10.098 60.51% x 39.49%=1.19%
2	95	1.96	0.5	239.873	5%	T240.006 58.93% x 41.07%=-0.39%	9.585	0.2%	T9.628 60.43% x 39.57%=1.11%	9.980	0.21%	T10.171 66.4% x 33.6%=7.08%
3	99	2.58	0.5	47.975	1%	T48.121 59.51% x 40.49%=-0.19%	16.584	0.35%	T16.619 61.06% x 38.94%=1.74%	9.980	0.21%	T10.141 58.48% x 41.52%=-0.84%
Sampling Error / ME: 0.025												
1	90	1.65	0.5	479.745	10%	T479.810 59.23% x 40.77%=-0.09%	1.089	0.02%	T1.156 55.62% x 44.38%=-3.7%	1.600	0.03%	T1.617 48.3% x 51.7%=-11.02%
2	95	1.96	0.5	239.873	5%	T239.966 58.38% x 41.62%=-0.94%	1.537	0.03%	T1.718 48.54% x 51.46%=-10.78%	1.600	0.03%	T1.651 66.26% x 33.74%=-6.94%
3	99	2.58	0.5	47.975	1%	T48.112 58.07% x 41.93%=-1.25%	2.662	0.06%	T2.722 62.64% x 37.36%=3.32%	1.600	0.03%	T1.666 52.28% x 47.72%=-7.04%
Sampling Error / ME: 0.05												
1	90	1.65	0.5	479.745	10%	T479.786 58.97% x 41.03%=-0.35%	273	0.01%	T414 47.58% x 52.42%=-11.74%	400	0.01%	T580 50.17% x 49.83%=-9.15%
2	95	1.96	0.5	239.873	5%	T239.953 60.91% x 39.09%=1.59%	385	0.01%	T456 55.26% x 44.74%=-4.06%	400	0.01%	T401 68.08% x 31.92%=8.76%
3	99	2.58	0.5	47.975	1%	T48.088 56.83% x 43.17%=-2.49%	666	0.01%	T781 51.86% x 48.14%=-7.46%	400	0.01%	T491 62.73% x 37.27%=3.41%

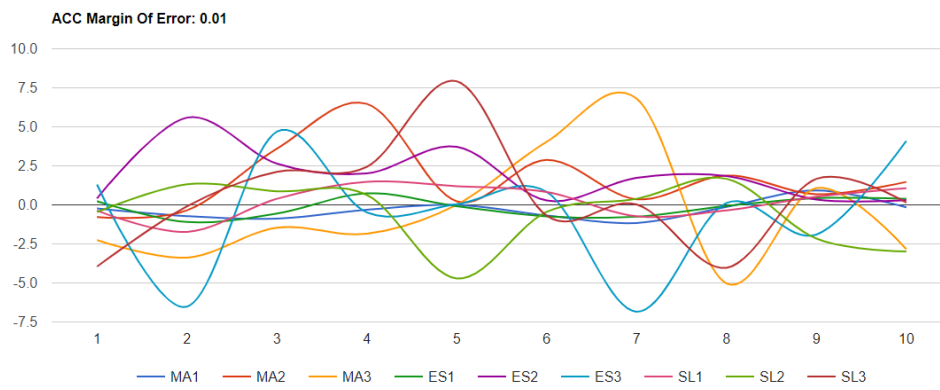
Gambar 8. Hasil Analisa Metode SYS

Pada ukuran sampel menggunakan formulasi persamaan 1 (Deskriptif), dari populasi sebanyak 4.797.443, diperoleh jumlah sampel ideal sebanyak 479.745 data (10% dari total populasi) yang mampu menghasilkan simpangan hanya 0,6% dari nilai aktual. Nilai rata-rata metode SYS mampu mensinkronkan rekapitulasi akhir pada akurasi pendapatan Kandidat-1 (V01) sebesar 59,92% dari yang semestinya 59,32%. Artinya, dengan jumlah 10% dari populasi yang ada (persamaan 1), metode SYS dinyatakan mampu mendapatkan hasil yang efektif.

Penggunaan data asumsi sampling dengan mengikuti persamaan 4 (Taro Yamane/Slovin) menghasilkan jumlah sampel sebanyak 9.980 (hanya 0,21% dari total populasi), dengan simpangan

sebesar 1,19% dari nilai aktual. Metode SYS dengan ukuran sampel ini rata-rata memberikan pendapatan suara Kandidat-1 (V01) sebesar 60,51% dari yang semestinya 59,32%. Artinya, dengan jumlah 0,21% dari populasi yang ada (persamaan 4), SYS berhasil menghasilkan fakta bahwa V01 lebih unggul dari V02, serta mampu memberikan nilai efektivitas dan efisiensi yang baik. Sebagai catatan, jika Kandidat-1 memperoleh angka $x\%$, maka Kandidat-2, dengan menggunakan sistem dua paslon, otomatis bernilai $100-x\%$ (dalam hal ini 39,49% dari capaian semestinya 40,68%).

Sedangkan jika menggunakan ukuran sampel sesuai persamaan 2 (NEA/Krejcie & Morgan) atau persamaan 3 (Estok Navitte Cowan), SYS memberikan simpangan akurasi sebesar 4,46%, dengan capaian persentase pada Kandidat-1 sebesar 54,86%, di mana penggunaan ukuran sampel diperoleh dengan jumlah 6.797 suara (0,14% dari total populasi). Penelitian ini menggunakan rasio tingkat kepercayaan 90% dan MoE 0,01. Nilai akurasi simulasi diperoleh berdasarkan nilai rata-rata dari TPS acak yang terpilih oleh metode SYS, dengan batasan ukuran sampel sesuai metodenya masing-masing.



Gambar 9. Evaluasi Simpangan Metode SYS

MA adalah metode Morgan dengan ukuran sampel 10% data, ES adalah metode Estok, dan SL adalah metode ukuran sampel Slovin. Kelompok Morgan menghasilkan grafik simpangan yang stabil, sementara grafik pada Estok menghasilkan nilai deviasi tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak data sampling yang digunakan, hasil yang diperoleh semakin stabil dan cenderung mendekati nilai sesungguhnya (representatif).

ACC Margin Of Error: 0.01									
No	MA1	MA2	MA3	ES1	ES2	ES3	SL1	SL2	SL3
1	-0.23	0.23	-0.37	-0.78	0.42	-0.46	-2.26	1.3	-3.95
2	-0.72	-1.1	-1.73	-0.35	5.59	1.32	-3.38	-6.52	-0.09
3	-0.88	-0.56	0.39	3.6	2.64	0.87	-1.46	4.69	2.12
4	-0.31	0.74	1.48	6.47	2.02	0.64	-1.85	-0.48	2.44
5	0	-0.08	1.2	0.23	3.72	-4.71	0.01	0.04	7.92
6	-0.68	-0.74	0.83	2.88	0.28	-0.45	4.04	0.83	-0.69
7	-1.16	-0.76	-0.73	0.36	1.73	0.39	6.81	-6.84	0.03
8	-0.13	-0.07	-0.35	1.88	1.85	1.67	-5.03	0.12	-4.03
9	0.93	0.43	0.52	0.68	0.34	-2.16	1.08	-1.9	1.67
10	-0.16	0.39	1.07	1.47	0.3	-2.99	-2.84	4.1	0.15
Deviasi	0.93	0.74	1.48	6.47	5.59	1.67	6.81	4.69	7.92
Mean	0.52	0.51	0.87	1.87	1.89	1.57	2.88	2.68	2.31
P/M	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Gambar 10. Evaluasi Detail Komponen SYS

Gambaran analisa Metode SYS adalah dapat dilihat pada Gambar 10, dari target data kedua paslon aktual sebesar 59.32% x 40.68% (4.797.443 sample), SYS dengan Tingkat Kepercayaan 90% dan MoE 0.01 pada ukuran sampling MA1(Morgan) berada pada puncak stabilnya dengan rata-rata deviasinya adalah 0.93 %, dengan simpangan tertinggi bernilai 0.93%, hingga bisa dinyatakan sebagai hasil yang sangat baik. Simpangan pada penggunaan ukuran sampling Estok Native Cowan rata-rata simpangan adalah 1.87% dengan deviasi tertinggi 6.47%; meskipun hanya dengan menggunakan 0.14% sampel dari seluruh Populasi. Sedang pada ukuran sampling Slovin (0.21% dari total Populasi) simpangan rata-rata 2.88% (maksimum 6.81%); Namun jika dilihat secara efisiensi, metode Normalisasi ukuran sampling Slovin adalah yang mencapai efektifitas (memiliki nilai simpangan rendah) dan efisiensi yang terbaik (penggunaan jumlah sampling yang terendah).Sedang untuk ukuran sampling Morgan adalah suatu kewajaran dengan angka akurasi yang terbaik, namun dengan menggunakan jumlah *sample* yang cukup besar (70% dari jumlah sampling Estok).

3.1.2. Analisa pada Metode *evaluasiSYS*

Pemberian perbaikan atau koreksi pada metode SYS diharapkan dapat membuat sistem sampling kembali ke posisi yang tepat dalam penentuan akurasi suatu penelitian. Yaitu, bagaimana caranya agar jumlah TPS atau titik sampling yang dijangkau menjadi sebanyak-banyaknya, dengan tujuan untuk meningkatkan akurasi. Untuk itu, dalam kasus perbandingan dua indeks dari dua induk atau urutan yang berbeda, yang diambil adalah indeks dengan nilai jumlah data pemilih/suara yang rendah, sehingga secara otomatis jumlah TPS yang akan dipilih menjadi lebih banyak. Hasil dari penerapan metode *evaluasiSYS* adalah sebagai berikut:

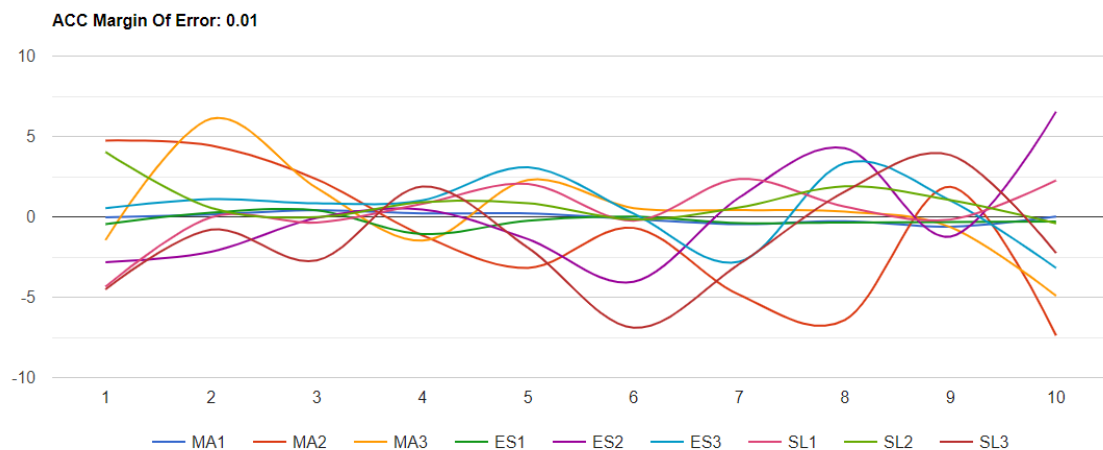
Populasi Propinsi LAMPUNG (ID 22328):26265 TPS													
Jumlah Pemilih Sah : 4.797.443 (2.845.798 + 1.951.645) Prosentase : 59.32% x 40.68% (M 18.64%)													
Evaluasi Systematic Sampling ISYS :SYS SYS eSYS													
Jumlah Suara : 4.797.443 (813.336 TPS)													
No	TKper	Zvalue	He/Ho	JM	PM	HASIL-M	JE	PE	HASIL-E	JS	PS	HASIL-S	
Sampling Error / ME: 0.01													
1	90	1.65	0.5	479.745	10%	T479.757 59.33% x 40.67%=-0.01%	6.797	0.14%	T6.929 51.94% x 48.06%=-7.38%	9.980	0.21%	T10.036 54.41% x 45.59%=-4.91%	
2	95	1.96	0.5	239.873	5%	T240.028 59.03% x 40.97%=-0.29%	9.585	0.2%	T9.762 65.86% x 34.14%=-6.54%	9.980	0.21%	T10.133 56.14% x 43.86%=-3.18%	
3	99	2.58	0.5	47.975	1%	T47.987 61.59% x 38.41%=-2.27%	16.584	0.35%	T16.602 58.92% x 41.08%=-0.4%	9.980	0.21%	T10.140 57.07% x 42.93%=-2.25%	
Sampling Error / ME: 0.025													
1	90	1.65	0.5	479.745	10%	T479.910 58.9% x 41.1%=-0.42%	1.089	0.02%	T1.227 56.81% x 43.19%=-2.51%	1.600	0.03%	T1.745 66.36% x 33.64%=-7.04%	
2	95	1.96	0.5	239.873	5%	T239.923 59.73% x 40.27%=-0.41%	1.537	0.03%	T1.573 52.57% x 47.43%=-6.75%	1.600	0.03%	T1.740 53.62% x 46.38%=-5.7%	
3	99	2.58	0.5	47.975	1%	T48.056 61.29% x 38.71%=-1.97%	2.662	0.06%	T2.876 46.94% x 53.06%=-12.38%	1.600	0.03%	T1.690 56.04% x 43.96%=-3.28%	
Sampling Error / ME: 0.05													
1	90	1.65	0.5	479.745	10%	T479.866 59.47% x 40.53%=-0.15%	273	0.01%	T386 67.88% x 32.12%=-8.56%	400	0.01%	T435 57.93% x 42.07%=-1.39%	
2	95	1.96	0.5	239.873	5%	T239.874 58.68% x 41.32%=-0.64%	385	0.01%	T424 34.91% x 65.09%=-24.41%	400	0.01%	T593 66.61% x 33.39%=-7.29%	
3	99	2.58	0.5	47.975	1%	T48.065 55.85% x 44.15%=-3.47%	666	0.01%	T768 68.88% x 31.12%=-9.56%	400	0.01%	T431 62.18% x 37.82%=-2.86%	

Gambar 11.Hasil Perhitungan Metode *evaluasiSYS*

Gambar 11 mengilustrasikan hasil evaluasi SYS, dari populasi sebanyak 4.797.443 hak suara, diperoleh jumlah sampel ideal yang bisa diambil adalah sebanyak 479.745 sampel (yaitu 10% dari total populasi) dan mampu menghasilkan simpangan hanya 0.01% dari aktualnya; nilai rata-rata metode evaluasi SYS juga mampu mensinkronkan rekapitulasi akhir di akurasi pendapatan Kandidat 1 (V01) sebesar 59.33% dari yang semestinya 59.32%. Artinya, dengan jumlah 10% dari populasi yang ada (persamaan 1), Evaluasi SYS dinyatakan terbaik mampu mendapatkan hasil efektivitas tertinggi. Penggunaan data asumsi sampling dengan mengikuti persamaan 4 (Taro Yamane/Slovin) metode Evaluasi SYS menghasilkan jumlah sampling sebanyak 9.980 sampel (penggunaan hanya 0.21% dari total populasi), dengan menghasilkan simpangan sebesar 4.91% dari aktualnya; metode evaluasi SYS dengan ukuran sampel ini rata-rata memberikan pendapatan suara Kandidat 1 (V01) sebesar 54.41% dari yang semestinya 59.32%. Artinya, dengan jumlah 0.21% dari populasi yang ada (persamaan 4), Evaluasi SYS sudah benar menghasilkan fakta V01 lebih unggul dari V02 serta mampu memberikan nilai efektivitas dan efisiensi yang baik. Sebagai catatan, jika Kandidat 1 memperoleh angka x%, maka Kandidat 2 karena hanya menggunakan

sistem 2 paslon, maka otomatis bernilai 100-x% (dalam hal ini 45.59% dari capaian semestinya 42.67%).

Sedangkan jika menggunakan ukuran sampling sesuai persamaan 2 (NEA/Krejcie & Morgan) atau persamaan 3 (*Estok Navitte Cowan*), metode evaluasi SYS memberikan simpangan akurasi sebesar 7.38%, dengan capaian persentase pada Kandidat 1 sebesar 51.94%; di mana penggunaan ukuran sampel diperoleh angka 6.797 suara (penggunaan 0.14% dari total populasi). Penelitian pada perhitungan ini tetap sama dalam menggunakan rasio tingkat kepercayaan 90%, dan MoE 0.01. Nilai akurasi simulasi diperoleh berdasarkan nilai rata-rata dari TPS yang terpilih oleh metode evaluasi SYS, dengan batasan ukuran sampling sesuai metodenya masing-masing.



Gambar 12. Evaluasi Simpangan Metode *evaluasiSYS*

MA adalah metode ukuran sampling persamaan 1 dengan ukuran sampling 10% data, ES adalah metode Estok, dan SL adalah metode ukuran sampling Slovin. Kelompok 1 menghasilkan grafik simpangan yang stabil, sedangkan grafik pada Slovin menghasilkan nilai deviasi yang tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak data sampling, hasil yang diperoleh semakin stabil dan cenderung mendekati nilai sesungguhnya (*representatif*).

ACC Margin Of Error: 0.01									
No	MA1	MA2	MA3	ES1	ES2	ES3	SL1	SL2	SL3
1	-0.04	-0.45	-4.35	4.74	-2.82	4.03	-1.44	0.53	-4.51
2	0.15	0.26	-0.03	4.43	-2.18	0.55	6.1	1.1	-0.8
3	0.41	0.4	-0.36	2.33	-0.07	-0.02	1.79	0.84	-2.71
4	0.21	-1.07	0.81	-1.15	0.46	0.91	-1.48	1.02	1.88
5	0.21	-0.24	2.04	-3.18	-1.39	0.85	2.29	3.08	-1.92
6	-0.14	0.01	-0.24	-0.69	-4.04	-0.17	0.54	0.2	-6.9
7	-0.46	-0.39	2.36	-4.85	1.2	0.58	0.42	-2.79	-2.94
8	-0.27	-0.35	0.63	-6.42	4.27	1.9	0.32	3.34	1.57
9	-0.61	-0.33	-0.17	1.86	-1.23	1.04	-0.64	1.01	3.84
10	0.01	-0.29	2.27	-7.38	6.54	-0.4	-4.91	-3.18	-2.25
Deviasi	0.41	0.4	2.36	4.74	6.54	4.03	6.1	3.34	3.84
Mean	0.25	0.38	1.33	3.7	2.42	1.05	1.99	1.71	2.93
P/M	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Gambar 13. Evaluasi Detail Komponen *evaluasiSYS*

Gambaran evaluasi evaluasi SYS dapat dilihat pada Gambar 13, dari target data kedua paslon aktual sebesar 59.32% x 40.68% (4.797.443 sampel). Metode evaluasi SYS dengan tingkat kepercayaan

90% dan MoE 0.01 pada ukuran sampling MA1 (Deskriptif) berada pada puncak stabilnya dengan rata-rata deviasinya adalah 0.25%, dengan simpangan tertinggi pada 0.41%, hingga bisa dinyatakan sebagai hasil yang sangat efektif. Simpangan pada penggunaan metode pada ukuran sampling Estok Native Cowan rata-rata simpangannya adalah 3.70% dengan deviasi tertinggi 4.74%; meskipun hanya dengan menggunakan 0.14% sampel dari seluruh populasi. Sedangkan pada ukuran sampling Slovin (penggunaan 0.21% dari total populasi), simpangan rata-rata 1.99% (maksimum 6.10%). Namun, jika dilihat secara efisiensi, metode normalisasi ukuran sampling Slovin adalah yang mencapai efektivitas (memiliki nilai simpangan rendah) dan efisiensi yang terbaik (penggunaan jumlah sampling yang minimal). Nilai kebenaran 100% pada tingkat kepercayaan 90% dan MoE 0.01 menunjukkan bahwa dari semua sampling yang dilakukan, hasil dari evaluasi SYS adalah 100% Kandidat 1 sebagai pemenangnya (sesuai aktual).

3.2. Perbandingan dan Novelty

Penggunaan unsur heuristik pada beberapa teknik sampling merupakan suatu pembaruan yang bisa dilakukan untuk menyesuaikan dengan kondisi data yang ada. Pada metode *Systematic Sampling* (SYS), penerapan unsur *crossover* pada algoritma genetika adalah digunakan untuk seleksi individu. Sesuai dengan aturan yang diberikan, antara lain pertukaran nilai antar individu/index sequence untuk mencari individu terbaik agar terpilih, yaitu berdasarkan nilai yang terendah jumlah TPS-nya. Selain mampu mempertahankan ukuran sampling yang minimal, yaitu hanya sekitar 0.14% sampai 0.21% dari total data populasi, evaluasi SYS memberikan angka bobot keefektifan dan keefisienan yang lebih baik daripada metode SYS biasa. Hal ini dibuktikan dengan nilai simpangan maksimum dan simpangan rata-rata yang dihasilkannya lebih rendah dan memiliki karakteristik yang stabil. Terlebih, kemampuan komputasinya dalam menghasilkan akurasi hingga 54.41% dari data aktual 59.32% (untuk Slovin), meskipun hanya dengan menggunakan sekitar 0.14% dari data populasi.

Tabel 1. Perbandingan Metode SYS dan Metode *EvaluasiSYS*

Deviasi	Morgan %		Estok Native Cowan %		Slovin %	
	Mean	Peak	Mean	Peak	Mean	Peak
SYS	0.93	0.52	6.47	1.87	6.81	2.88
evaluasiSYS	0.41	0.25	4.74	3.70	6.10	1.99

Penelitian ukuran sampling pada persamaan-1 dari awal memiliki simpangan yang rendah atau memiliki nilai akurasi yang sangat baik. Hal ini adalah suatu kewajiban mengingat penggunaan data yang digunakannya sangat besar untuk ukuran suatu quick count. Hal ini sesuai dengan kaidah sampling, bahwa jika menghitung dengan banyak suara dalam pemilihan umum bisa sangat mahal dan memakan waktu, maka menggunakan sampel yang lebih kecil nantinya akan menghemat sumber daya, termasuk biaya dan waktu. Dengan menggunakan teknik statistik yang tepat, sampel yang relatif kecil dapat memberikan perkiraan yang akurat tentang hasil. Sebagai perbandingan, metode deskriptif (persamaan 1) menggunakan 479.745 TPS, menghasilkan nilai akhir perhitungan $59.33\% \times 40.67\%$; sedangkan metode Estok dengan hanya menggunakan 6.797 sampel TPS dapat memberikan nilai akhir perhitungan $51.94\% \times 48.06\%$, dan metode Slovin dengan 9.980 sampel TPS dapat memberikan nilai akhir perhitungan $54.41\% \times 45.59\%$ dari target perhitungan aktual $59.32\% \times 40.68\%$. Artinya, ada cara yang lebih efektif dan efisien dengan selisih akurasi yang tidak terlalu signifikan.

4. KESIMPULAN

Penerapan metode *Systematic Random Sampling* (SYS) dan pendekatan evaluasi *crossover* (evaluasi SYS) pada penelitian ini berhasil dilakukan melalui tahapan yang menyertakan unsur

novelty pada setiap prosesnya. Evaluasi dilakukan menggunakan berbagai metode pengukuran ukuran sampel seperti NEA/Krejcie & Morgan, Estok Navitte Cowan, serta Taro Yamane/Slovin.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode evaluasi SYS mampu mencapai nilai simpangan rata-rata 0,39%, yang lebih rendah dibandingkan simpangan SYS sebesar 1,04%. Ini menunjukkan adanya peningkatan efektivitas sebesar 62,5% dalam hal ketepatan prediksi. Selain itu, akurasi prediksi pada evaluasi SYS mencapai 99,61%, sedangkan metode SYS baru mencapai 98,96%, sehingga terdapat peningkatan akurasi sebesar 0,65%. Keunggulan lainnya terletak pada efisiensi jumlah sampel. Evaluasi SYS mampu menghasilkan akurasi tinggi meskipun hanya menggunakan 0,21% dari populasi TPS, dibandingkan dengan metode konvensional yang umumnya memerlukan 1%–2% untuk akurasi serupa.

Secara prinsip, dasar penentuan individu dalam metode evaluasi SYS tetap mengacu pada konsep statistik bahwa semakin besar ukuran sampel, maka hasil akan semakin mendekati nilai populasi aktual. Dan penelitian ini membuktikan bahwa melalui optimasi crossover, efektivitas dan efisiensi SYS dapat ditingkatkan secara signifikan, sehingga menjadikannya lebih unggul dibandingkan Metode SYS biasa (tanpa crossover).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. T. Rawung, *Metode Penarikan Sampel*, 1st ed. Jakarta: Pusat Pendidikan dan Pelatihan BPS RI (Pusdiklat BPS), 2020.
- [2] A. Kurnia, *Manajemen Penelitian: Teknik Sampling*, 1st ed. Yogyakarta: Reconiascript Publishing, 2015.
- [3] R. M. Dinata, “Pemanfaatan Pola Heterogen TPS untuk Optimasi Stratified Sampling Quick Count,” *Jurnal Incomtech (Information and Computer Technology)*, vol. 15, no. 1, 2024
- [4] R. M. Dinata, “Quick Count: Analisis Akurasi dan Efisiensi Menggunakan Ambang MinMax Hasil Suara Pemilu Presiden & Wakil Presiden RI 2019,” *Jurnal Rekayasa Informasi*, vol. 9, no. 1, pp. 1–11, 2023
- [5] R. M. Dinata, “Optimasi Sampling Bersama Roulette-Wheel Sebagai Improve Metode Sample Random Sampling,” *Jurnal Komputasi*, vol. 12, no. 2, pp. 176–183, 2024, [Online]. Available: <https://jurnal.fmipa.unila.ac.id/komputasi>
- [6] S. Veronika, I. Nugroho, and H. S. Nugroho, “Metode Quick Count dan Analisis Autokorelasi,” *Jurnal Statistika*, vol. 8, no. 2, pp. 93–100, 2020
- [7] M. P. J. Smith and J. C. A. J. P. Smith, “The Impact of Systematic Sampling on the Accuracy of Survey Results,” *Public Opin Q*, vol. 65, no. 2, pp. 240–257, 2001, doi: 10.1086/322195.
- [8] S. F. Ulya, Y. L. Sukestiyarno, and P. Hendikawati, “Analisis Prediksi Quick Count dengan Metode Stratified Random Sampling dan Estimasi Confidence Interval Menggunakan Metode Maksimum Likelihood,” *Unnes Journal of Mathematics*, vol. 7, no. 1, pp. 108–119, 2018, doi: 10.15294/ujm.v7i1.27385.
- [9] M. S. R. D. Putra, “Pengaruh Quick Count terhadap Dinamika Politik Pasca Pemilu,” in *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SENTIKA)*, STMIK Triguna Dharma, Medan, 2023, pp. 132–139
- [10] A. Syarif, *Algoritma Genetika: Teori dan Aplikasi*, 2nd ed. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2014.
- [11] Sugiyono, *Statistika Untuk Penelitian*, 1st ed., vol. 1. Bandung: Alfabeta, 2016.