

Kondisi Optimum Pengaturan Lampu Lalu Lintas Simpang DPRD dan Simpang Presiden Di Kota Padang

Kefiano Fangelis^{#1}, Defri Ahmad^{*2}

[#]Jurusan Matematika, Universitas Negeri Padang
Jl.Prof.Hamka,Padang,Sumatera Barat, Indonesia 25131

¹kefianfangelis@gmail.com

³defriahmad88@gmail.com

Abstract — The high traffic density on roads in Padang has resulted in the accumulation of vehicles at intersections, especially the DPRD and the president intersection. Optimal traffic light settings are needed to reduce vehicle buildup at these intersections. Optimization is done by applying a graph coloring application. This optimization is seen from increasing the duration of green lights and decreasing the duration of red lights based on traffic density and road width. This study aims to determine the optimal traffic light settings at the DPRD intersection and the President's intersection of the city of Padang by using Graph Coloring.. This research is applied research, and data used are primary data obtained from direct observation. The completion of traffic light settings using graph coloring provides an alternative solution for the duration of the lights that is more effective than the data obtained from the observations. The results obtained are more optimal based on the level of effectiveness where the duration of the red light for the DPRD intersection and the president's intersection decreased by 9,27% and 39,02%, while the duration of the green light increased by 30,8% and 239,6%.

Keywords — Coloring Graph, Weighted graph, Welch-Powell, Traffic Light.

Abstrak — Kepadatan lalu lintas yang tinggi pada ruas jalan di kota Padang mengakibatkan menumpuknya kendaraan di persimpangan khususnya simpang DPRD dan simpang Presiden. Pengaturan lampu lalu lintas yang optimal dibutuhkan untuk mengurangi penumpukan kendaraan pada persimpangan tersebut. Akan ditunjukkan pengoptimalan pengaturan lampu lalu lintas dengan menerapkan aplikasi pewarnaan graf. Pengoptimalan ini dilihat dari bertambahnya durasi lampu hijau dan berkurangnya durasi lampu merah berdasarkan kepadatan lalu lintas dan lebar jalan. Penelitian ini bertujuan untuk dapat mengetahui pengaturan yang optimal pada lampu lalu lintas di simpang DPRD dan simpang Presiden kota Padang dengan menggunakan Pewarnaan Graf. Penelitian ini merupakan penelitian terapan dan data yang digunakan merupakan data primer yang diperoleh dari pengamatan langsung. Penyelesaian pengaturan lampu lalu lintas menggunakan pewarnaan graf memberikan solusi alternatif durasi nyala lampu yang lebih efektif dibandingkan dengan data yang didapat dari hasil pengamatan. Hasil yang diperoleh dari perhitungan lebih optimal berdasarkan tingkat efektifitasnya dimana durasi lampu merah simpang DPRD dan simpang presiden menurun sebesar 9,27% dan 39,02% sedangkan untuk durasi lampu hijau bertambah sebesar 30,8% dan 239,6%.

Kata Kunci—Pewarnaan Simpul, Graf Berbobot, Welch-Powell, Pengaturan Lampu Lalu Lintas.

PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat akan aktifitas hidup mengharuskan tiap individu bergerak dari tempat tertentu ke tempat yang lainnya. Namun, keterbatasan jarak dan waktu mengharuskan individu memiliki transportasi untuk berpergian. Seiring dengan meningkatnya mobilitas masyarakat di era modern ini banyak yang menggunakan kendaraan pribadi dapat dilihat pada data BPS kota Padang sebesar 392.967 pada tahun.2013 dan pada tahun 2016 meningkat sebesar 395.632 [1].

Padang merupakan ibu kota Provinsi Sumatera Barat yang menggunakan kendaraan pribadi cukup banyak . Hal ini mengakibatkan kemacetan di jalan raya khususnya pada persimpangan di kota Padang, salah satunya

persimpangannya adalah simpang DPRD dan simpang Presiden. Persimpangan tersebut merupakan lokasi yang sering macet karena menurut data BPS kota Padang salah satu ruas jalannya yaitu S.Parman dengan kepadatan lalu lintas sebesar 1754 kendaraan dan jam terpadat terjadi pada pukul 07.30-07.45. Tidak hanya itu simpang DPRD dan simpang Presiden terletak dekat dengan Universitas Negeri Padang, Kantor DPRD Tk 1 Sumbar, Kantor Kemenkumham, Kantor Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Provinsi Sumbar, Pantai Padang, Basko, *Transmart*, Masjid Raya, dll. Untuk mengurangi tingkat kemacetan dibutuhkan pengaturan rambu lalu lintas yang optimal.

Lampu lalu lintas yang optimal merupakan salah satu solusi yang paling efektif sehingga dengan rambu lalu lintas ini dapat mengurangi tingkat kemacetan.

Pengaturan lampu lalu lintas dapat dicari dengan aplikasi pewarnaan graf menggunakan algoritma Welch-Powell, akan ditunjukkan arus kendaraan pada daerah simpang DPRD dan simpang Presiden yang dapat berjalan bersamaan dan menentukan alternatif durasi baru.

Pengaturan waktu memiliki prinsip dasar sebagai berikut, pertama, tidak ada tunggu pada lampu merah jika dapat melewati persimpangan tanpa menunggu arus lalu lintas lainnya. Kedua, pelepasan arus lalu lintas selama waktu hijau dilakukan seefektif mungkin dalam upaya menghasilkan tundaan yang sekecil-kecilnya yang mungkin untuk arus lalu lintas yang terkena lampu merah [2]

Algoritma Welch-Powell [3] merupakan solusi yang cocok untuk permasalahan ini, tidak hanya menentukan warna seminimal mungkin tapi juga dapat mencari batas maksimal warna yang digunakan. Algoritma Welch Powell tergolong dalam algoritma Greedy. Dengan sistem ini, diharapkan pengaturan lampu lalu lintas pada simpang DPRD dan simpang presiden dapat optimum.

Adapun langkah-langkah pewarnaan graf adalah:

- 1) Diurutkan dari verteks G menurut derajat yang mengecil.
- 2) Lalu warna pertama C_1 pada verteks pertama dan, secara berurutan, berikan C_1 ke setiap verteks yang tidak bersebelahan dengan verteks sebelumnya yang telah diberi C_1 .
- 3) Ulangi langkah 2 dengan warna kedua C_2 dan verteks berikutnya yang belum diwarnai.
- 4) kemudian ulangi Langkah 3 dengan warna ketiga C_3 lalu warna keempat C_4
- 5) terakhir begitu seterusnya sampai semua verteks telah diwarnai. Ulangi penambahan warna-warna sampai semua simpul telah diwarnai [4].

Perhitungan kepadatan lalu lintas diperlukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat kemacetan dan kondisi puncak kemacetan tersebut.

Berdasarkan permasalahan di atas, tujuannya adalah dapat mengetahui pengaturan yang optimal pada lampu lalu lintas di simpang DPRD dan simpang Presiden kota Padang. dengan menggunakan Pewarnaan Graf.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian terapan. Dimana data yang digunakan adalah data primer yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan dimana sedang terjadinya pandemi Covid 19. Objek populasi dari penelitian ini adalah banyak kendaraan yang lewat di simpang DPRD dan Simpang Presiden kota Padang. Lokasi Penelitian adalah simpang DPRD dan simpang Presiden kota Padang, waktu penelitian dimulai dari hari Senin tanggal 15 September 2020 sampai dengan Rabu tanggal 17 September 2020.

Adapun langkah-langkah yang digunakan adalah, pertama pengambilan data Observasi. Data Observasi yang dimaksud adalah data lampu lalu lintas dan kepadatan lalu lintas dicatat selama 1 jam (jam puncak) Perhitungan kepadatan lalu lintas diperlukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat kemacetan dan kondisi puncak kemacetan tersebut.. Kepadatan lalu lintas adalah jumlah kendaraan disuatu panjang tertentu dari jalur atau jalan dan mempunyai rata-rata terhadap waktu, biasanya dinyatakan dengan kendaraan permil (kend/mil). Dapat dihitung dengan rumus:

$$K = \frac{n}{L} \quad [5]$$

Waktu pengambilan data akan di bagi padatiga periode waktu, yaitu pagi, dibatasi pada pukul 07-00-08.00 WIB, siang, dibatasi pada pukul 12.30-13.30 WIB. Sore, dibatasi pada pukul 16.30-17.30 WIB.

Selanjutnya yang dilakukan adalah bentuk persimpangan jalan tersebut diilustrasikan. Kemudian dibentuk model graf kompatibel dari persimpangan jalan, Dengan cara simpul mendefinisikan arus kendaraan dilanjutkan dengan menghubungkan dua simpul yang saling melintas atau berseberangan. Langkah selanjutnya menerapkan algoritma Welch Powell setelah itu menyederhanakan graf kompatibel dan diubah menjadi graf ganda berarah berbobot. Stelah itu mencari fase 1 dan 2 untuk durasi lampu hijau. Dapat dihitung menggunakan

$$\text{Fase}_n = \frac{y_{\max n} \times \text{Jumlah siklus waktu hijau maksimum}}{\text{FR}}$$

Kemudian mencari fase 1 dan 2 untuk waktu merah. Dapat dihitung menggunakan

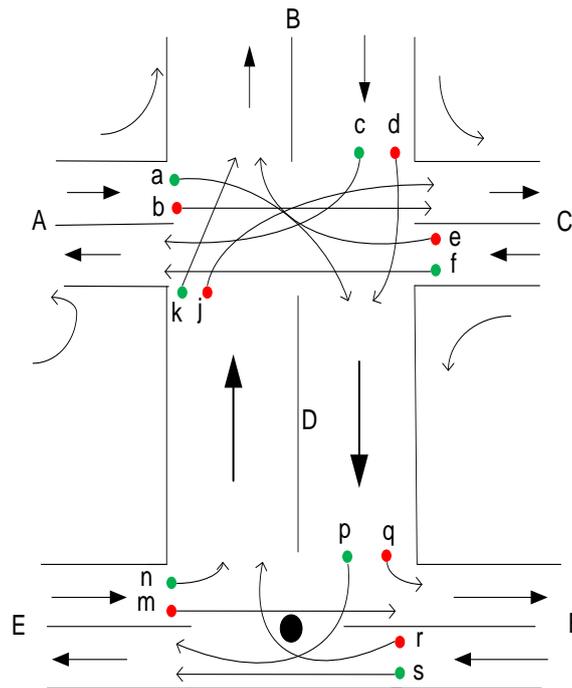
$$\text{Fase}_n = \text{siklus} - \text{waktu hijau baru} \quad [6]$$

Dan langkah terakhir adalah menentukan tingkat efektifitas. Dapat dihitung dengan rumus

$$= \frac{\text{durasi Baru} - \text{durasi lama}}{\text{durasi lama}} \times 100\% \quad [7]$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian berada pada dua simpang berbeda yang saling terhubung yaitu simpang DPRD dan simpang Presiden di kota Padang. Gambaran geometri kedua persimpangan tersebut dapat diilustrasikan pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Persimpangan jalan DPRD dan Presiden

Pertama dilakukan pengambilan data

1) Data Geometri

Data diambil secara langsung dan hasil di transformasikan ke dalam bentuk graf seperti pada Gambar 1 dengan keterangan sebagai berikut :

a. Persimpangan Presiden

- i) Bagian Utara dari simpang Presiden jalan Khatib Sulaiman yang memiliki dua jalur, dengan lebar jalur kiri dan kanan 11 m.
- ii) Bagian Selatan dari simpang Presiden jalan Khatib Sulaiman yang memiliki dua jalur, dengan lebar jalur kiri dan kanan 11 m.
- iii) Bagian Barat dari simpang Presiden jalan jalan Jhoni Anwar yang memiliki dua jalur, dengan lebar jalur kiri dan kanan 8 m.
- iv) Bagian Timur dari simpang Presiden jalan Jhoni Anwar yang memiliki dua jalur, dengan lebar jalur kiri dan kanan 8 m.

b. Persimpangan DPRD

- i) Bagian Utara dari simpang DPRD jalan Khatib Sulaiman yang memiliki dua jalur, dengan lebar jalur kiri dan kanan 11 m.
- ii) Bagian Barat dari simpang DPRD jalan jalan S. Parman yang memiliki dua jalur, dengan lebar jalur kiri dan kanan 7 m.
- iii) Bagian Timur dari simpang DPRD jalan S. Parman yang memiliki dua jalur, dengan lebar jalur kiri dan kanan 9 m.

2) Data Observasi

Kemudian data observasi durasi lampu lalu lintas simpang Presiden dan simpang DPRD dikelompokkan didalam Tabel I dan II.

TABEL I

DATA DURASI LAMPU LALU LINTAS DI SIMPANG PRESIDEN

Arah	Utara	Selatan	Barat	Timur	Total
Merah	78	83	95	95	351
Hijau	29	24	12	12	63
Total	107	107	107	107	428

TABEL II

DATA DURASI LAMPU LALU LINTAS DI SIMPANG DPRD

Arah	Utara	Timur	Barat	Total
Merah	78	90	69	237
Hijau	28	12	37	81
Total	106	106	106	318

Tabel I dan tabel II merupakan hasil yang didapat setelah melakukan observasi.

3) Kepadatan Lalu Lintas

Data kepadatan lalu lintas diperoleh dengan melakukan pengamatan dan menulis semua kendaraan yang melewati simpang presiden dan simpang DPRD pada saat pandemi. Pengamatan dilakukan selama satu jam. Pengambilan data diambil selama tiga hari, yaitu hari Senin tanggal 15 September 2020 sampai pada hari Rabu tanggal 17 September 2020, mewakili hari kerja. Dari hasil pengamatan yang dilakukan selama tiga hari dimana arus puncak dan menjadi data terbesar untuk kepadatan yaitu pada hari Senin yang. Untuk menentukan nilai kepadatan (K) simpang Presiden menurut [4] sehingga diperoleh data pada Tabel III.

TABEL III
BANYAK KENDARAAN DAN KEPADATAN SIMPANG PRESIDEN

Arah	Jam	MC	HV	LV	Total
		K	K	K	K
Barat	07.00-08.00	79,2	2,9	40,4	120,4
	12.00-13.00	48,3	0,1	30,2	79,5
	16.00-17.00	35	0,8	61,7	97,5
Utara	07.00-08.00	76,2	2,9	52,3	131,4
	12.00-13.00	111,8	0,9	83,6	196,3
	16.00-17.00	144,5	2,8	102,5	249,8
Selatan	07.00-08.00	122,1	2,3	71,8	196,2
	12.00-13.00	80,4	1,9	54,4	136,7
	16.00-17.00	138	2,4	709	211,3
Timur	07.00-08.00	31	0,2	21,3	52,5
	12.00-13.00	35,3	0,2	21,8	57,3
	16.00-17.00	86,1	0,3	31,5	117,9
Total		1087,9	16,5	642,4	1746,8

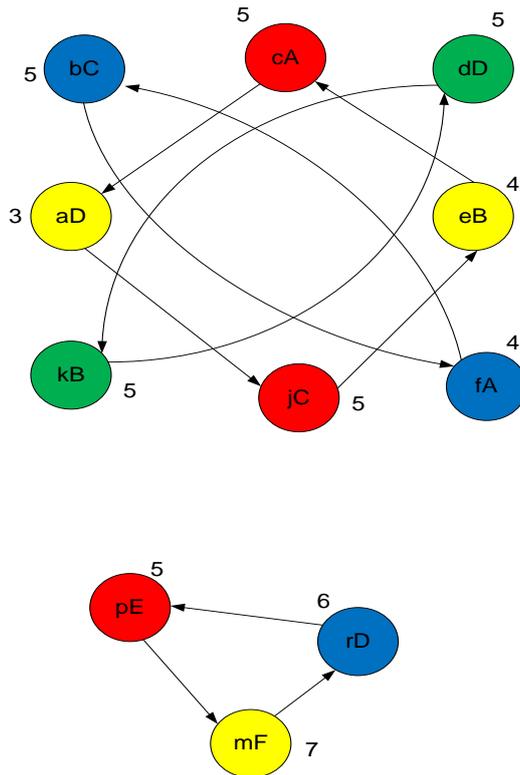
Dari Tabel III diketahui bahwa arus puncak pada simpang Presiden terjadi dari arah utara pukul 16.00-17.00 sebanyak 2498 kendaraan atau dengan kepadatan sebesar 249,8 dan total kendaraan pada simpang Preisden adalah 17106 kendaraan.

TABEL IV
BANYAK KENDARAAN DAN KEPADATAN SIMPANG DPRD

Arah	Jam	MC	HV	LV	Total
		K	K	K	K
Barat	07.00-08.00	200,2	2,8	105	308
	12.00-13.00	131	2,8	98,9	232,7
	16.00-17.00	141,4	2,1	92,9	236,4
Utara	07.00-08.00	122,1	2,3	71,8	196,2
	12.00-13.00	80,4	1,9	54,4	136,7
	16.00-17.00	138	2,4	70,9	211,3
Timur	07.00-08.00	46,1	1,5	31,6	79,2
	12.00-13.00	76,4	1,2	49,6	127,2
	16.00-17.00	167,8	1	89,9	258,7
Total		1060	18,2	645,1	1723,3

Dari tabel IV diketahui bahwa arus puncak pada simpang DPRD terjadi dari arah barat pukul 07.00-08.00 sebanyak 3080 kendaraan atau dengan kepadatan sebesar 308 dan total kendaraan pada simpang Preisden adalah 17233 kendaraan dan dapat dilihat bahwa arus puncak pada simpang DPRD dan simpang Preisden terjadi pada pukul 16.00 – 17.00 dengan total kendaraan sebesar 14258 kendaraan.

Pengaturan jalan raya dapat dimodelkan menggunakan graf berbobot yang sedikit dimodifikasi. Modifikasi dengan mengubah menjadi graf ganda berarah menambah bobot pada tiap sisi. berdasarkan arus yang ada di persimpangan dapat dibuatkan menjadi simpul dan diberikan bobot pada setiap sisinya berdasarkan arus puncak pada tabel 4. dan tabel 5. Dapat dilihat bahwa arus puncak berada pada pukul 16.00 – 17.00 dengan total kendaraan sebesar 14258 kendaraan.



Gambar 3. Graf ganda berarah berbobot

Pada Gambar3. Pada simpang presiden simpul aD dan bC adalah arus lalu lintas dari jalan jhoni anwar (Barat) yang memiliki bobot 8. Simpul kB dan jC adalah arus lalu lintas di jalan khatib sulaiman (Selatan) yang memiliki bobot 10. Simpul eB dan fA adalah arus lalu lintas di jalan jhoni anwar (Timur) yang memiliki bobot 8. Simpul cA dan dD adalahHarus lalu lintas di jalan khatib sulaiman (Utara) yang memiliki bobot 10.

Pada simpang DPRD simpul pE adalah arusHlalu lintas di jalan khatib sulaiman yang memiliki bobot 5. Simpul mF adalah arus lalu Lintas di jalan S.Parman (Barat) yang memiliki bobot 7. Simpul rD adalah arus lalu lintas di jalan S.Parman (Timur) yang memiliki bobot 6. Ada simpang yang memiliki bobot yang sama pada simpang presiden jalan Jhoni Anwar(barat) dan jalan Jhoni Anwar(Timur) dengan Khatib Sulaiman (Selatan) dan jalan Khatib Sulaiman (Utara), maka fase pada simpang tersebut adalah 2 dan fase pada persimpangan DPRD adalah 3.

1) Menentukan waktu hijau simpang Presiden berdasarkan kepadatan lalu lintas dengan [5] didapat

$$\begin{aligned} \text{Fase I} &= 72,13 \\ \text{Fase II} &= 34,86 \end{aligned}$$

Waktu hijau simpang DPR

$$\begin{aligned} \text{Fase I} &= 25,98 \\ \text{Fase II} &= 40,58 \\ \text{Fase III} &= 39,42 \end{aligned}$$

2) Menentukan waktu merah di simpang Presiiden berdasarkan kepadatan lalu lintas dengan [5] didapat.

$$\begin{aligned} \text{Fase I} &= 34,87 \\ \text{Fase II} &= 72,14 \end{aligned}$$

Waktu merah di simpang DPRD

$$\begin{aligned} \text{Fase I} &= 81,02 \\ \text{Fase II} &= 66,42 \end{aligned}$$

$$\text{Fase III} = 106 - 39,42 = 67,58$$

Menentukan tingkat efektifitas [7] Pada total durasi lampu merah di simpang Presiden dan DPRD yang di amati sebesar 351 dan 237 detik, sedangkan dengan menggunakan aplikasi pewarnaan graf di dapat total durasi lampu merah di simpang Presiden dan DPRD sebesar 176,75 dan 215,02 detik.

1) Tingkat Efektivitas durasi lampu merah.

Simpang Presiden adalah :

$$\frac{\text{Merah Baru} - \text{Merah lama}}{\text{Merah lama}} \times 100\% = 39,02\%$$

Simpang DPRD adalah :

$$\frac{\text{Merah Baru} - \text{Merah lama}}{\text{Merah lama}} \times 100\% = 9,27\%$$

Sedangkan untuk total durasi lampu hijau di simpang Presiden dan DPRD yang di amati sebesar 77 dan 81 detik, sedangkan dengan menggunakan aplikasi pewarnaan graf di dapat total durasi lampu merah di simpang Presiden dan DPRD 251,25 dan 105,98 detik.

2) Tingkat Efektivitas durasi lampu hijau.

$$\begin{aligned} \text{Simpang Presiden adalah :} \\ &= 239,6\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Simpang DPRD adalah :} \\ &= 30,8 \end{aligned}$$

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa aplikasi pewarnaan graf menggunakan algoritma Welch-Powell dapat menyelesaikan perhitungan durasi waktu pada

TABEL VII
DURASI LAMPU LALU LINTAS DI SIMPANG PRESIDEN YANG BARU
BERDASARKAN KEPADATAN DAN LEBAR JALAN

Arah	Hijau	Merah	Total
Utara	72,13	34,87	107
Selatan	72,13	34,87	107
Barat	34,86	72,14	107
Timur	34,86	72,14	107
Total	213,25	214,02	428

Dari tabel VII didapat bahwa durasi arah Utara dan Selatan nyala lampu hijaunya sebesar 72,13 dan merahnya 34,87 sedangkan durasi Barat dan Timur nyala lampu hijaunya sebesar 34,86 dan merahnya 72,14.

TABEL VIII
DURASI LAMPU LALU LINTAS DI SIMPANG DPRD YANG BARU
BERDASARKAN KEPADATAN DAN LEBAR JALAN.

Arah	Hijau	Merah	Total
Utara	25,98	81,02	107
Barat	40,58	66,42	107
Timur	39,42	67,58	107
Total	105,98	215,02	321

Dari hasil durasi lampu merah dan lampu hijau pada persimpangan presiden dan DPRD diketahui

bahwa hasil data baru penyelesaian untuk pewarnaan simpul dengan algoritma Welch-Powell lebih efektif dari pada data observasi pada saat pandemi.

Hasil perhitungan tingkat keefektifitasan [6] pada simpang Presiden dan Simpang DPRD yaitu lampu hijau di simpang Preisden bertambah 239,6% dan simpang DPRD bertambah sebesar 30,8% , sedangkan lampu merah di simpang Presiden menurun sebesar 39,02 % dan simpang DPRD sebesar 9,27%. Dapat diketahui bahwa durasi baru lebih optimal dari pada data observasi pada saat pandemi.

REFERENSI

- [1] Tamin, Ofyar Z. (1997:11). Perencanaan dan Pemodelan Transportasi. Bandung, Penerbit ITB
- [2] Wahyunigrum, T. & Usada, E. (2016). Matematika diskrit dan penerapannya dalam dunia informatika. Yogyakarta: Deepublish.
- [3] Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [4] Diana, Erna Lus, Wahyuni Suryaningtyas, & Endang Suprpti. 2016. Pengaturan Lampu Lalu Lintas Di Persimpangan Jalan Ahmad Yani Giant Dengan Aplikasi Pewarnaan Teori Graf. Vol.1, No. 1.
- [5] Morlok, E.K, (1991), Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Penerbit Erlangga
- [6] Pengajar, Staf ITP, *Diktat Kuliah 9 RLL*, <http://sisfo.itp.ac.id/bahabajar>. Diakses pada hari sabtu tanggal 10 Oktober 2020
- [7] Mahsun, Mohamad. 2009. Pengukuran Kinerja Sektor Publik. BPFE. Yogyakarta.