

Grafika komputer merupakan bagian dari ilmu komputer yang berhubungan dengan proses untuk menciptakan sebuah gambar berdasarkan dari deskripsi obyek maupun latar belakang yang terkandung dalam gambar tersebut.

Tujuan grafika komputer yaitu untuk menghasilkan gambar/ citra (lebih tepat disebut grafik/picture) dengan primitif-primitif geometri seperti garis, lingkaran, dan sebagainya.

macam Aplikasi Grafika Komputer: desain, grafik presentasi, computer art, pendidikan, hiburan, visualisasi, pengolahan citra, graphical user interface.

display: Color CRT monitor menampilkan gambar dengan kombinasi fosfor yang memancarkan warna sinar berbeda. Ada dua teknik dasar untuk mendapatkan warna, yaitu beam penetration dan shadow mask Beam penetration untuk gambar berwarna dengan random-scan display. Shadow mask untuk gambar berwarna dgn raster-scan display (termasuk TV). Shadow mask CRT memiliki tiga warna fosfor pada pixel yaitu R,G,B. CRT memiliki tiga electron gun untuk tiap titik warna dan shadow mask diletakkan di belakang lapisan fosfor pada layar. DVST mengatur image dgn cara menyimpan informasi gambar dalam CRT. DVST memiliki dua macam electron gun, yaitu primary gun (menyimpan informasi pola gambar) dan flood gun (menampilkan gambar). Kelebihan DVST dapat menampilkan gambar yang kompleks dengan resolusi tinggi tanpa adanya kerdipan. Flat panel display dibagi menjadi dua : emissive display (emitters) dan non emissive display (nonemitters). Emissive display mengkonversi energi listrik menjadi sinar, contoh : plasma panel (gas-discharge display dibuat dengan mengisi ruang antara pleat kaca dengan gas, biasanya gas neon), light emitting diode (LED) dan film electrolumiscent. Nonemissive display menggunakan efek optik untuk mengkonversi sinar matahari atau sumber lain ke dalam pola grafik, contoh: LCD (susunan molekul yang dapat bergerak seperti cairan).

Raster-Scan System: video controller, raster-scan display processor (melakukan digitasi terhadap gambar yang terdapat pada program aplikasi menjadi himpunan nilai intensitas pixel untuk disimpan pada buffer frame, cth:ATI FirePro V4800,MSI GTX1050TI, Nvidia Geforce GT630)

random-scan system: Program aplikasi dimasukkan dan disimpan dalam system memory.

peralatan input interaktif (keyboard dll), **peralatan cetak/hard-copy** (printer dll).

perangkat lunak grafika 2 Klasifikasi umum, yaitu: bahasa pemrograman dan paket aplikasi khusus. Standar perangkat lunak grafika pertama yang diakui secara internasional (ISO) dan ANSI adalah Graphical Kernel System (GKS). Standar yang kedua adalah Programmer's Hierarchical Interactive Graphics Standard (PHIGS) yang merupakan perpanjangan dari GKS.

1. Pada teknologi display dikenal istilah-istilah berikut ini, jelaskan :
 - a. Persistence : Waktu yang diperlukan fosfor dapat tahan menyala, yaitu sepersepuluh dari intensitas asli.
 - b. Resolution : Jumlah maksimum titik yang dapat ditampilkan pada monitor tanpa tumpang tindih atau jumlah titik per centimeter yang dapat ditempatkan menurut arah horizontal dan vertical.
 - c. Horizontal Retrace : Kembalinya scan ke bagian kiri layar setelah refreshing tiap scan line.
 - d. Vertical Retrace : Kembalinya scan ke atas setelah selesai satu frame (1/80 s/d 1/60 detik).
2. Jelaskan perbedaan antara raster scan display dan random scan display

Scan Display	m Scan Display
an electron bergerak baris per baris dari atas ke bawah	electron diarahkan hanya ke bagian layar dimana r dibuat
i gambar disimpan dalam memori	i gambar disimpan dalam satu blok perintah line draw
ing rate memiliki nilai 60 s/d 80 frame per detik	ing rate tergantung jumlah garis

3. Garis lurus memiliki titik awal A (12, 24) dan titik akhir B (22, 12). Dengan menggunakan algoritma Digital Differential Analyzer (DDA) tentukan :

a. Besarnya step, x_increment dan y_increment

$$dx = x_2 - x_1 = 22 - 12 = 10$$

$$dy = y_2 - y_1 = 12 - 24 = -12$$

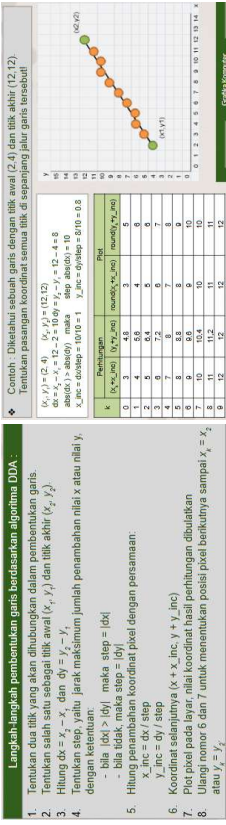
$$\text{Karena } |dx| < |dy|, \text{ maka } step = |dy| = 12$$

$$x_{inc} = \frac{dx}{step} = \frac{10}{12} = 0,8$$

$$y_{inc} = \frac{dy}{step} = \frac{-12}{12} = -1$$

- b. Pasangan koordinat titik-titik sepanjang garis tersebut. Buatlah dalam bentuk tabel berikut :

i	Koordinat Perhitungan		Koordinat Plot	
	$(x_i + x_{inc})$	$(y_i + y_{inc})$	x_i	y_i
0	12,8	23	13	23
1	13,6	22	14	22
2	14,4	21	14	21
3	15,2	20	15	20
4	16	19	16	19
5	16,8	18	17	18
6	17,6	17	18	17
7	18,4	16	18	16
8	19,2	15	19	15
9	20	14	20	14
10	20,8	13	21	13
11	21,6	12	22	12



4. Sebuah lingkaran memiliki titik pusat koordinat (0, 0) dan radius sebesar 12. Dengan menggunakan algoritma lingkaran Midpoint, tentukan pasangan koordinat titik-titik sepanjang garis lingkaran pada oktan II, IV, VII. Buatlah dalam bentuk tabel dan perhatikan perhitungan P_k .

k	P_k		Oktan II		Oktan IV		Oktan VII	
	X_{k+1}	Y_{k+1}	X_{k+1}	Y_{k+1}	X_{k+1}	Y_{k+1}	X_{k+1}	Y_{k+1}
	0	12	-12	0	0	-12		
0	$P_0 = \frac{5}{4} - 12 = -10,75$		1	12	-12	1	-12	
1	$P_1 = -10,75 + 2(1) + 1 = -7,75$		2	12	-12	2	-12	
2	$P_2 = -7,75 + 2(2) + 1 = -2,75$		3	12	-12	3	-12	
3	$P_3 = -2,75 + 2(3) + 1 = 5,75$		4	11	-11	4	-11	
4	$P_4 = 5,75 + 2(4) + 1 - 2(11) = -8,75$		5	11	-11	5	-11	
5	$P_5 = -8,75 + 2(5) + 1 = 3,75$		6	10	-10	6	-10	
6	$P_6 = 3,75 + 2(6) + 1 - 2(10) = -4,75$		7	10	-10	7	-10	
7	$P_7 = -4,75 + 2(7) + 1 = 11,75$		8	9	-9	8	-9	
8	$P_8 = 11,75 + 2(8) + 1 - 2(9) = 10,75$		9	8	-8	9	-8	

Contoh: Diketahui sebuah garis dengan titik awal (2,4) dan titik akhir (12,12).
Tentukan pasangan koordinat semua titik di sepanjang jalur garis tersebut.

$(x_k, y_k) = (2, 4)$		$(x_k, y_k) = (12, 12)$	
k	P_k	X_{k+1}	Y_{k+1}
0	6	1	2
1	2	2	-2
2	-2	3	14
3	14	4	10
4	10	5	6
5	6	6	2
6	2	7	-2
7	-2	8	14
8	14	9	10

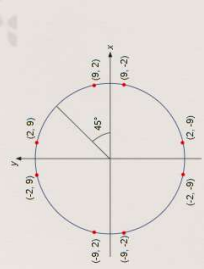
- Pembentukan garis berdasarkan algoritma Bresenham ($\Delta m < 1$):**
- Tentukan dua titik yang akan dihubungkan dalam pembentukan garis.
 - Hitung Δx , Δy , $2\Delta y$ dan $2\Delta x - 2\Delta y$.
 - Hitung parameter $P_0 = 2\Delta y - \Delta x$.
 - Untuk setiap x sepanjang jalur garis, dimulai dengan $k=0$
 - bila $P_k < 0$ maka titik selanjutnya adalah: $(X_k + 1, Y_k)$ dan $P_{k+1} = P_k + 2\Delta y$
 - bila tidak titik selanjutnya adalah: $(X_k + 1, Y_k + 1)$ dan $P_{k+1} = P_k + 2\Delta y - 2\Delta x$
 - Ulangi nomor 5 untuk menentukan posisi pixel berikutnya, sampai $x_k = x_2$ atau $y_k = y_2$.

Titik Awal (2, 4) dan Titik Akhir (12, 12)

k	P_k	(X_{k+1}, Y_{k+1})	
0	6	(3, 5)	
1	2	(4, 6)	
2	-2	(5, 6)	
3	14	(6, 7)	
4	10	(7, 8)	
5	6	(8, 9)	
6	2	(9, 10)	
7	-2	(10, 10)	
8	14	(11, 11)	
9	10	(12, 12)	

3.1. Simetris Delapan Titik

Contoh simetris delapan titik pada lingkaran



Pembentukan lingkaran berdasarkan algoritma circle midpoint

- Tentukan radius r dengan titik pusat lingkaran (x_c, y_c) , hingga diperoleh titik awal pada lingkaran $(x_0, y_0) = (0, r)$ hingga nilai parameter $P_0 = 2r^2 - 3r$.
- Untuk setiap posisi x , dimulai dari $k=0$ berlaku ketentuan:
 - bila $P_k < 0$ maka titik selanjutnya adalah $(x_k + 1, y_k)$ dan $P_{k+1} = P_k + 2x_{k+1} + 1$
 - bila tidak, titik selanjutnya adalah $(x_k + 1, y_k + 1)$ dan $P_{k+1} = P_k + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1}$
- Tentukan titik simetris pada kuartal kanan yang lain
- Simetris titik pada kuartal kiri (x, y) pada garis lingkaran dengan titik pusat (x_c, y_c) dan plot nilai koordinat:
 - $x = x_c + x_k$, $y = y_c + y_k$
- Ulangi langkah 3 sampai dengan 5 hingga $x \geq y$

Contoh pembuatan lingkaran dengan radius $(r) = 10$

k	P_k	X_{k+1}	Y_{k+1}	$2x_{k+1}$	$2y_{k+1}$
0	-9	1	10	2	20
1	-6	2	10	4	20
2	-1	3	10	6	20
3	6	4	9	8	18
4	-3	5	9	10	18
5	8	6	8	12	16
6	5	7	7	14	14

$r = 10$ maka $(x_c, y_c) = (0, r) = (0, 10)$
 $P_0 = 54 - r = 1 - 10 = -9$
 $P_1 = P_0 + 2x_{k+1} + 1 = -9 + 2 + 1 = -6$
 $P_2 = P_1 + 2x_{k+1} + 1 = -6 + 4 + 1 = -1$
 $P_3 = P_2 + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -1 + 6 + 1 - 10 = -3$
 $P_4 = P_3 + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -3 + 10 + 1 - 18 = -8$
 $P_5 = P_4 + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -8 + 12 + 1 - 16 = -5$

Pembentukan elips berdasarkan algoritma elips midpoint

- Tentukan r_x dan pusat elips (x_c, y_c) untuk bagian pertama (I), sehingga titik awal adalah $(x_0, y_0) = (0, r_y)$
- Hitung nilai parameter $P_0 = r_x^2 - r_y^2 - r_x^2 + r_y^2 + \frac{1}{2}r_x^2$
- Untuk setiap posisi x_k pada region 1, dimulai dari $k=0$ berlaku ketentuan:
 - bila $P_k < 0$ maka titik selanjutnya adalah $(x_k + 1, y_k)$ dan $P_{k+1} = P_k + 2x_{k+1} + 1$
 - bila tidak, titik selanjutnya adalah $(x_k + 1, y_k - 1)$ dan $P_{k+1} = P_k + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1}$
- Ulangi proses 3 hingga $2x_{k+1} > 2y_{k+1}$
- Gambarkan titik akhir pada region 1 sebagai berikut:
 - $P_0 = r_x^2(y_0 + \frac{1}{2})^2 + r_y^2(y_0 - 1)^2 - r_x^2r_y^2$
- Tentukan nilai parameter awal P_2 sebagai berikut:

Contoh pembuatan elips dengan $r_x = 8$ dan $r_y = 6$

$r_y = 6$ dan $r_x = 8$ maka $(x_c, y_c) = (0, r_y) = (0, 6)$
 $P_0 = r_x^2 - r_y^2 - r_x^2 + r_y^2 + \frac{1}{2}r_x^2 = 64 - 36 + 32 = -32$
 $P_1 = P_0 + 2x_{k+1} + 1 = -32 + 2 + 1 = -29$
 $P_2 = P_1 + 2x_{k+1} + 1 = -29 + 4 + 1 = -24$
 $P_3 = P_2 + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -24 + 6 + 1 - 12 = -29$
 $P_4 = P_3 + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -29 + 8 + 1 - 16 = -30$
 $P_5 = P_4 + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -30 + 10 + 1 - 18 = -37$
 $P_6 = P_5 + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -37 + 12 + 1 - 20 = -44$
 $P_7 = P_6 + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -44 + 14 + 1 - 22 = -51$
 $P_8 = P_7 + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -51 + 16 + 1 - 24 = -58$
 $P_9 = P_8 + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -58 + 18 + 1 - 26 = -65$
 $P_{10} = P_9 + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -65 + 20 + 1 - 28 = -72$
 $P_{11} = P_{10} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -72 + 22 + 1 - 30 = -79$
 $P_{12} = P_{11} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -79 + 24 + 1 - 32 = -86$
 $P_{13} = P_{12} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -86 + 26 + 1 - 34 = -93$
 $P_{14} = P_{13} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -93 + 28 + 1 - 36 = -100$
 $P_{15} = P_{14} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -100 + 30 + 1 - 38 = -107$
 $P_{16} = P_{15} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -107 + 32 + 1 - 40 = -114$
 $P_{17} = P_{16} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -114 + 34 + 1 - 42 = -121$
 $P_{18} = P_{17} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -121 + 36 + 1 - 44 = -128$
 $P_{19} = P_{18} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -128 + 38 + 1 - 46 = -135$
 $P_{20} = P_{19} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -135 + 40 + 1 - 48 = -142$
 $P_{21} = P_{20} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -142 + 42 + 1 - 50 = -149$
 $P_{22} = P_{21} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -149 + 44 + 1 - 52 = -156$
 $P_{23} = P_{22} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -156 + 46 + 1 - 54 = -163$
 $P_{24} = P_{23} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -163 + 48 + 1 - 56 = -170$
 $P_{25} = P_{24} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -170 + 50 + 1 - 58 = -177$
 $P_{26} = P_{25} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -177 + 52 + 1 - 60 = -184$
 $P_{27} = P_{26} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -184 + 54 + 1 - 62 = -191$
 $P_{28} = P_{27} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -191 + 56 + 1 - 64 = -198$
 $P_{29} = P_{28} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -198 + 58 + 1 - 66 = -205$
 $P_{30} = P_{29} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -205 + 60 + 1 - 68 = -212$
 $P_{31} = P_{30} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -212 + 62 + 1 - 70 = -219$
 $P_{32} = P_{31} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -219 + 64 + 1 - 72 = -226$
 $P_{33} = P_{32} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -226 + 66 + 1 - 74 = -233$
 $P_{34} = P_{33} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -233 + 68 + 1 - 76 = -240$
 $P_{35} = P_{34} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -240 + 70 + 1 - 78 = -247$
 $P_{36} = P_{35} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -247 + 72 + 1 - 80 = -254$
 $P_{37} = P_{36} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -254 + 74 + 1 - 82 = -261$
 $P_{38} = P_{37} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -261 + 76 + 1 - 84 = -268$
 $P_{39} = P_{38} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -268 + 78 + 1 - 86 = -275$
 $P_{40} = P_{39} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -275 + 80 + 1 - 88 = -282$
 $P_{41} = P_{40} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -282 + 82 + 1 - 90 = -289$
 $P_{42} = P_{41} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -289 + 84 + 1 - 92 = -296$
 $P_{43} = P_{42} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -296 + 86 + 1 - 94 = -303$
 $P_{44} = P_{43} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -303 + 88 + 1 - 96 = -310$
 $P_{45} = P_{44} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -310 + 90 + 1 - 98 = -317$
 $P_{46} = P_{45} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -317 + 92 + 1 - 100 = -324$
 $P_{47} = P_{46} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -324 + 94 + 1 - 102 = -331$
 $P_{48} = P_{47} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -331 + 96 + 1 - 104 = -338$
 $P_{49} = P_{48} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -338 + 98 + 1 - 106 = -345$
 $P_{50} = P_{49} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -345 + 100 + 1 - 108 = -352$
 $P_{51} = P_{50} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -352 + 102 + 1 - 110 = -359$
 $P_{52} = P_{51} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -359 + 104 + 1 - 112 = -366$
 $P_{53} = P_{52} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -366 + 106 + 1 - 114 = -373$
 $P_{54} = P_{53} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -373 + 108 + 1 - 116 = -380$
 $P_{55} = P_{54} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -380 + 110 + 1 - 118 = -387$
 $P_{56} = P_{55} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -387 + 112 + 1 - 120 = -394$
 $P_{57} = P_{56} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -394 + 114 + 1 - 122 = -401$
 $P_{58} = P_{57} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -401 + 116 + 1 - 124 = -408$
 $P_{59} = P_{58} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -408 + 118 + 1 - 126 = -415$
 $P_{60} = P_{59} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -415 + 120 + 1 - 128 = -422$
 $P_{61} = P_{60} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -422 + 122 + 1 - 130 = -429$
 $P_{62} = P_{61} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -429 + 124 + 1 - 132 = -436$
 $P_{63} = P_{62} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -436 + 126 + 1 - 134 = -443$
 $P_{64} = P_{63} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -443 + 128 + 1 - 136 = -450$
 $P_{65} = P_{64} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -450 + 130 + 1 - 138 = -457$
 $P_{66} = P_{65} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -457 + 132 + 1 - 140 = -464$
 $P_{67} = P_{66} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -464 + 134 + 1 - 142 = -471$
 $P_{68} = P_{67} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -471 + 136 + 1 - 144 = -478$
 $P_{69} = P_{68} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -478 + 138 + 1 - 146 = -485$
 $P_{70} = P_{69} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -485 + 140 + 1 - 148 = -492$
 $P_{71} = P_{70} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -492 + 142 + 1 - 150 = -499$
 $P_{72} = P_{71} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -499 + 144 + 1 - 152 = -506$
 $P_{73} = P_{72} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -506 + 146 + 1 - 154 = -513$
 $P_{74} = P_{73} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -513 + 148 + 1 - 156 = -520$
 $P_{75} = P_{74} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -520 + 150 + 1 - 158 = -527$
 $P_{76} = P_{75} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -527 + 152 + 1 - 160 = -534$
 $P_{77} = P_{76} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -534 + 154 + 1 - 162 = -541$
 $P_{78} = P_{77} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -541 + 156 + 1 - 164 = -548$
 $P_{79} = P_{78} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -548 + 158 + 1 - 166 = -555$
 $P_{80} = P_{79} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -555 + 160 + 1 - 168 = -562$
 $P_{81} = P_{80} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -562 + 162 + 1 - 170 = -569$
 $P_{82} = P_{81} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -569 + 164 + 1 - 172 = -576$
 $P_{83} = P_{82} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -576 + 166 + 1 - 174 = -583$
 $P_{84} = P_{83} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -583 + 168 + 1 - 176 = -590$
 $P_{85} = P_{84} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -590 + 170 + 1 - 178 = -597$
 $P_{86} = P_{85} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -597 + 172 + 1 - 180 = -604$
 $P_{87} = P_{86} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -604 + 174 + 1 - 182 = -611$
 $P_{88} = P_{87} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -611 + 176 + 1 - 184 = -618$
 $P_{89} = P_{88} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -618 + 178 + 1 - 186 = -625$
 $P_{90} = P_{89} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -625 + 180 + 1 - 188 = -632$
 $P_{91} = P_{90} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -632 + 182 + 1 - 190 = -639$
 $P_{92} = P_{91} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -639 + 184 + 1 - 192 = -646$
 $P_{93} = P_{92} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -646 + 186 + 1 - 194 = -653$
 $P_{94} = P_{93} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -653 + 188 + 1 - 196 = -660$
 $P_{95} = P_{94} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -660 + 190 + 1 - 198 = -667$
 $P_{96} = P_{95} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -667 + 192 + 1 - 200 = -674$
 $P_{97} = P_{96} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -674 + 194 + 1 - 202 = -681$
 $P_{98} = P_{97} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -681 + 196 + 1 - 204 = -688$
 $P_{99} = P_{98} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -688 + 198 + 1 - 206 = -695$
 $P_{100} = P_{99} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -695 + 200 + 1 - 208 = -702$
 $P_{101} = P_{100} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -702 + 202 + 1 - 210 = -709$
 $P_{102} = P_{101} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -709 + 204 + 1 - 212 = -716$
 $P_{103} = P_{102} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -716 + 206 + 1 - 214 = -723$
 $P_{104} = P_{103} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -723 + 208 + 1 - 216 = -730$
 $P_{105} = P_{104} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -730 + 210 + 1 - 218 = -737$
 $P_{106} = P_{105} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -737 + 212 + 1 - 220 = -744$
 $P_{107} = P_{106} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -744 + 214 + 1 - 222 = -751$
 $P_{108} = P_{107} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -751 + 216 + 1 - 224 = -758$
 $P_{109} = P_{108} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -758 + 218 + 1 - 226 = -765$
 $P_{110} = P_{109} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -765 + 220 + 1 - 228 = -772$
 $P_{111} = P_{110} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -772 + 222 + 1 - 230 = -779$
 $P_{112} = P_{111} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -779 + 224 + 1 - 232 = -786$
 $P_{113} = P_{112} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -786 + 226 + 1 - 234 = -793$
 $P_{114} = P_{113} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -793 + 228 + 1 - 236 = -800$
 $P_{115} = P_{114} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -800 + 230 + 1 - 238 = -807$
 $P_{116} = P_{115} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -807 + 232 + 1 - 240 = -814$
 $P_{117} = P_{116} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -814 + 234 + 1 - 242 = -821$
 $P_{118} = P_{117} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -821 + 236 + 1 - 244 = -828$
 $P_{119} = P_{118} + 2x_{k+1} + 1 - 2y_{k+1} = -828 + 238 + 1 - 246 = -835$
 $P_{120} = P_{119} + 2x_{$

